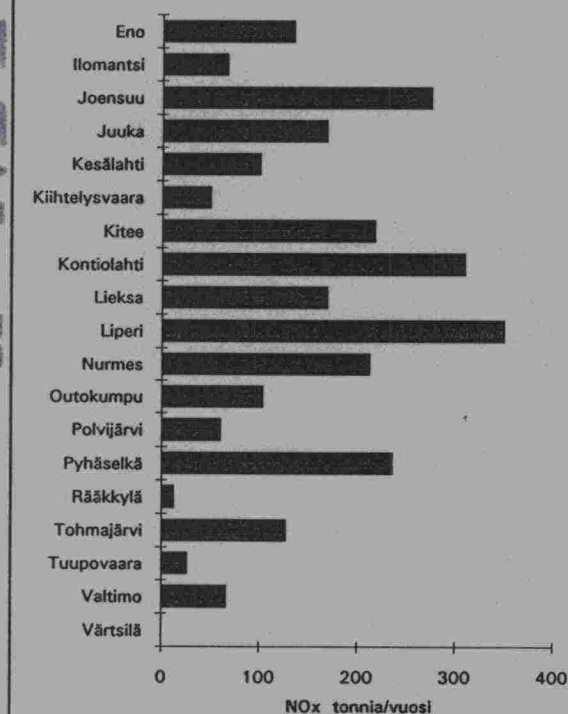
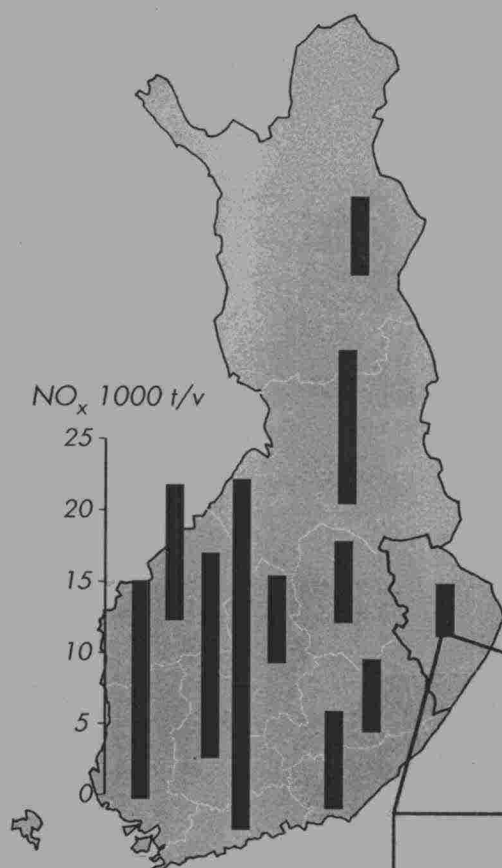


# Liikenneympäristön tila 1993

## Ilman laatu

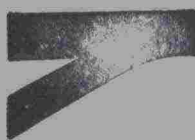
### Pohjois-Karjalan lääni



Joensuu 1994

Savo-Karjalan  
tiepiiri

08 TIEL / SKp



**Tielaitos**  
**Kirjasto**

Doknro: 940328  
Nidenro: 940463

**Liikenneympäristön tila 1993**  
**Ilman laatu**  
**Pohjois-Karjalan lääni**

Tielaitos

Joensuu 1994  
Savo-Karjalan tiepiiri

Raportin tuotanto  
Savo-Karjalan tiepiiri  
ja LT-Konsultit Oy

Kannen kuva  
Ympäristötietokeskus, Ympäristökatsaus 3/1993  
ja LT-Konsultit Oy

1. painos

© 1994 Savo-Karjalan tiepiiri

Savo-Karjalan tiepiiri/ Joensuun maakuntakonttori  
Torikatu 36 A  
PL 63  
80101 JOENSUU  
Puhelinvaihde (973) 1411



**Liikenneympäristön tila 1993, ilman laatu. Joensuu 1994. Savo-Karjalan tiepiiri. 35 s. + liitteet 15 s.**

**Avainsanat:** Liikenne, ympäristö, päästöt, pitoisuudet, ilman laatu, hiilimonoksidi, hiilivedyt, typenoksidit, hiukkaset, hiilidioksidi

## **Tiivistelmä**

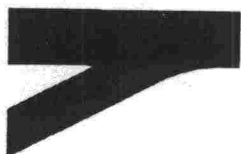
Tässä ilman laadun selvityksessä on laskettu Pohjois-Karjalan läänin vilkasliikenteisimpien maanteiden liikenteen aiheuttamat typenoksidi-, hiilivety-, hiilimonoksidi-, hiilidioksidi- ja hiukkaspäästöt, sekä tarkasteltu kohteita, joissa typpidioksidille ja hiilimonoksidille annetut enimmäispitoisuuksien ohjearvot voisivat ylittyvät.

On pyritty myös selvittämään, mitä Savo-Karjalan tiepiirin alueella voidaan tehdä liikenteen päästöjen kasvun hillitsemiseksi ja pitoisuuksien pienentämiseksi.

Tarkastelussa ovat mukana kaikki läänin valta- ja kantatiet sekä seutu- ja kokoojateistä ne, joiden vuorokautinen liikennemäärä on vähintään 1000 ajoneuvoa. Kaupunkien katuverkostot eivät kuulu tämän selvityksen piiriin. Kaupunkien läpi menevistä valtateistä selvitysalueeseen kuuluvat tielaitoksen ylläpitämät osuudet.

Pohjois-Karjalan läänin päätieverkosto tuottaa päästöjä selvästi vähemmän kuin naapuriläänien Kuopion ja Mikkelin tiet. Koko maan pääteiden häkäpäästöistä Pohjois-Karjalan läänin pääteiden osuus on vain 3,6 %. Tässä tarkasteltujen teiden liikenteestä häkää syntyy yhteensä 3200 t/a, hiilivetyjä 480 t/a, typen oksideja 2700 t/a, hiilidioksidia 180 000 t/a ja polttoaineen palamisen tuottamia hiukkasia 200 t/a.

Pohjois-Karjalan yleisillä teillä ei ole kohteita, joissa typpidioksidille tai hiilimonoksidille asetetut enimmäispitoisuudet ylittyisivät. Suurin talviajan hiilimonoksidipitoisuus, 29 % enimmäisohjearvosta, on Joensuussa valtatie 6 loppuosuudella, missä nopeusrajoitus on 60 km/h. Typpidioksidin pitoisuus on hieman tätä jaksoa korkeampi edellisellä tieosuudella, jossa nopeusrajoitus on 80 km/h. Suurimmillaan typpidioksidipitoisuus on 27 % enimmäisohjearvosta. Pakokaasuista syntyvät hiukkaspitoisuudet jäävät myöskin selvästi ohjearvojen alapuolelle.



Tielaitos  
Savo-Karjalan tiepiiri

LÄHETE

18.3.1994

94/08/SJ/59

Arvoisa vastaanottaja

POHJOIS-KARJALAN LÄÄNIN YLEISTEN TEIDEN LIIKENNEYMPÄRISTÖN TILA  
ILMAN LAATU

Savo-Karjalan tiepiiri lähettää käyttöönnne *Liikenneympäristön tilan selvityksen* osaraportin: *ilman laatu*.

Raportti kuuluu osana tielaitoksessa käynnissä olevaan laajaan liikenteen ja tienpidon ympäristöhaittoja koskevaan selvitykseen. Selvityksen muita osa-alueita ovat *pohjavesi, melu, luonto ja kulttuurihistoria, maisema sekä maaseututaajamien ja pienten kaupunkien maankäyttö, liikenne ja taajamakuva*.

Selvitykset ovat pohjana tiepiirin tavoitteelle seurata ja parantaa liikenneympäristön tilaa.

Tiepiirikohtaisiin selvityksiin perustuva valtakunnallinen yleisiä teitä koskeva ympäristöselvitys valmistuu vuonna 1996.

Ilman laatu -selvityksen tavoitteena oli selvittää Pohjois-Karjalan läänin päätiestön liikenteen aiheuttamat päästöt ja sellaiset kohteet, joissa typpioksidille ja hiilimonoksidille annetut enimmäispitoisuuksien ohjearvot mahdollisesti ylittyvät.

Lisätietoja selvityksistä antaa ympäristösuunnittelija Airi Muhonen, puh. (971) 199 326.

Maisemanhoidonvalvoja

  
Ensio Kulju

LIITTEENÄ

Ilman laatu -raportti

POSTIOSOITE  
Piirikonttori  
PL 1117  
70101 KUOPIO

KÄYNTIOSOITE  
Kirkkokatu 1

PUHELIN  
(971) 199 111

FAKSI  
(971) 199 399

Maakuntakonttori  
PL 63  
80101 JOENSUU

Torikatu 36 A

(973) 1411

(973) 141 2199

## JAKELU

Pekka Taskinen  
Rauno Heinonen  
Teppo Miikkulainen  
Pekka Hukkanen  
Timo Hulkko  
Esko Sirvio  
Pauli Arola  
Matti Partanen  
Hannu Korhonen \*)  
Airi Muhonen \*)  
Ensio Kulju \*)  
Tiemestaripiirit / P-K

Ilomantsi  
Joensuu  
Juuka  
Kitee  
Lieksa  
Nurmes  
Uimaharju  
Viinijärvi  
Kirjasto, Joe + Ku

Tielaitos, keskushallinto /

Anders Jansson  
Mervi Karhula

kirjasto

Pohjois-Karjalan lääninhallitus /

Yrjö Matilainen \*)  
Pertti Heikkinen \*)  
Reijo Karjalainen \*)  
Juha Aho \*)

Pohjois-Karjalan liitto /

Kari Riikonen \*)

Pohjois-Karjalan vesi- ja ympäristöpiiri /

Aarne Wahlgren \*)

Pohjois-Karjalan läänin kunnat

Pohjois-Karjalan luonnonsuojelupiiri

\*) lähetetään pelkkä kirje; raportti on luovutettu jo aikaisemmin

Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ

1	TYÖN TAVOITTEET	6
2	YLEISTÄ PÄÄSTÖISTÄ	6
2.1	Pakokaasupäästöt	6
2.2	Tieliikenteen osuus kokonaispäästöistä	8
2.3	Kolmitoimikatalysaattori	9
2.4	Ilman laadun ohjearvot	9
2.5	Päästöjen vähentämiskeinot	10
3	MENETELMÄT JA TARKASTELUTAPA	12
3.1	Päästöt	12
3.2	Pitoisuudet	13
4	POHJOIS-KARJALAN ILMAN LAATU	13
5	MAANTIELIIKENTEEN PÄÄSTÖT	16
5.1	Pohjois-Karjalan yleisten teiden vuosittaiset pakokaasupäästöt	16
5.2	Valtateiden ja kantateiden päästöt	23
5.3	Kuntakohtaiset pääteiden pakokaasupäästöt	26
6	LIIKENTEEN VAIKUTUKSET ILMAN LAATUUN	32
7	JOHTOPÄÄTÖKSET	32
	LÄHTEET	35
	LIITTEET	



## 1 Työn tavoitteet

Tavoitteena on ollut selvittää Pohjois-Karjalan vilkasliikenteisimpien yleisten teiden liikenteen aiheuttama typen oksidien, hiilivetyjen, hiilimonoksidin, hiukkasten ja hiilidioksidin päästöjen suuruus, sekä onko tiepiirin alueella kohteita, joissa typpidioksidille ja hiilimonoksidille annetut enimmäispitoisuuksien ohjearvot ylittyvät.

Työssä on pyritty myös selvittämään, mitä Pohjois-Karjalan tiepiirissä voidaan tehdä liikenteen päästöjen kasvun hillitsemiseksi ja pitoisuuksien pienentämiseksi.

## 2 Yleistä päästöistä

### 2.1 Pakokaasupäästöt

Polttoaineista yleensä suuri osa on hiiltä, öljytuotteista n. 86 %. Loppu on pääasiassa vetyä, rikkiä, happea ja typpeä.

Pakokaasujen ympäristölle haitallisista aineista merkittävimpiä ovat typen oksidit ( $\text{NO}_x$ ), hiilivedyt (HC), hiilimonoksidi eli häkä (CO) ja hiilidioksidi ( $\text{CO}_2$ ) sekä erilaiset hiukkaset.

Typen oksidien merkittävin lähde on Suomessa tieliikenne. Typen oksideista käytetään yleensä yhteismerkintää  $\text{NO}_x$ , jolla tarkoitetaan **typpimonoksidia** (NO) ja **typpidioksidia** ( $\text{NO}_2$ ) yhdessä. Suurin osa polttoprosesseissa syntyvistä typen oksideista on monoksidia, joka hapettuu ilmaan päästyään dioksidiksi.

Autojen pakokaasujen typenoksidit ovat pääasiassa peräisin palamisilman typpikaasusta ( $\text{N}_2$ ). Typenoksidipäästö on suuresti riippuvainen palotilan lämpötilasta, joten auton nopeuden lisääminen ja siitä seuraava moottorin lämpötilan nousu lisäävät päästöä voimakkaasti, jos autossa ei ole pakokaasujen jälkipuhdistuslaitteistoa.

Typpidioksidi ärsyttää suurina pitoisuuksina hengitysteitä ja lisää tulehdusherkkyyttä. Se aiheuttaa lisäksi hapanta laskeumaa ja suoria kasvivaurioita. Typen oksidit ja hiilivedyt yhdessä muodostavat auringon valossa otsonia.

Katalysaattorien leistyminen autoissa tulee pienentämään typenoksidipäästöjä merkittävästi. Katalysaattorit lisäävät kuitenkin **typpioksiduulin** eli ilokaasun ( $\text{N}_2\text{O}$ ) päästöjä. Kyseessä on n. 100 kertaa hiilidioksidia tehokkaampi kasvihuonekaasu. Typpioksiduulipäästöt ovat niin pieniä, ettei niitä toistaiseksi arvioida rutiininomaisesti.

Pakokaasujen haju syntyy pääasiassa **hiilivedyistä**. Erilaisia hiilivetyjä (HC) pääsee ilmaan sekä polttoaineen epätäydellisen palamisen seurauksena

että haihtumalla suoraan polttonesteestä. Terveydelle haitallisimpia tieliikenteen päästämistä hiilivedyistä ovat polyaromaattiset hiilivedyt eli PAH-yhdisteet, jotka voivat olla osallisina syövän synnissä.

Hiilimonoksidi syntyy polttonesteen palaessa epätäydellisesti. Siksi sitä syntyy suhteellisen paljon ruuhkatilanteissa ja ajettaessa alhaisilla ajonopeuksilla. Hiilimonoksidin pääasiallinen lähde on tieliikenne. Kaupunkiliikenteessä pakokaasut jäävät juuri hengityskorkeudelle. Suurin häikäätistus syntyy ruuhkatilanteessa auton sisällä, koska auton ilmanvaihto ottaa korvausilman läheltä edellä ajavan pakoputkea. Hiilimonoksidi sitoutuu veren hapenkuljetusmolekyylisiin, hemoglobiiniin, estäen hapen siirtymistä kudoksille.

Hiilimonoksidi muuttuu ilmakehässä hiilidioksidiksi. Katalysaattorit muuntavat suurimman osan pakokaasujen hiilimonoksidista hiilidioksidiksi.

Hiilidioksidi syntyy polttoainemolekyylien hiiliatomien hapettuessa palamisprosessissa. Hiilidioksidilla ei ole suoria terveysvaikutuksia yhdyskuntailmassa esiintyvänä pitoisuuksina. Sillä on kuitenkin erittäin tärkeä tehtävä maapallon lämpötasapainon säätelijänä ja elämän ylläpitäjänä, vaikka sen pitoisuus ilmakehässä on vain n. 0,035 %. Koska ilmakehän hiilidioksidipitoisuuden kasvu saattaa pitkän ajan kuluessa voimistaa kasvihuoneilmiötä, paineet CO<sub>2</sub>-päästöjen vähentämiseen ovat kasvamassa voimakkaasti.

Tieliikenne synnyttää hiukkasia monella tapaa. Soratien pinnasta, hiekoitushiekasta ja tien laidasta irtoava pöly ovat suurin ja näkyvin osa ilmaan nousevista hiukkasista. Ajoneuvojen renkaista ja tien pinnasta irtoaa päällystemateriaalia ja polttoaineen palamisprosessi jättää jälkeensä nokea. Tiepölyn määrä on suurimmillaan keväällä maaliskuun huhtikuussa talven nastakulutuksen ja hiekoituksen jälkeen.

Pakokaasuista ilmaan joutuvat hiukkaset koostuvat orgaanisista ja epäorgaanisista aineosista, jotka ovat liittyneet toisiinsa palamisprosessissa tai sen jälkeen. Ne sisältävät mm. hiiltä, rikkiä, eri metalleja ja hiilivetyjä. Polttoaineen lisäaineet sisältävät pieniä määriä raskasmetalleja. Terveydelle merkityksellisimpiä ovat pienimmät hiukkaset, jotka pääsevät kulkeutumaan syvälle keuhkojen alveoleihin. Pakokaasujen syöpää aiheuttavat hiilivedyt saattavat hiukkasten mukana kulkeutua keuhkoihin ja jäädä sinne.

Pakokaasuista syntyvät hiukkaset ovat arviolta kymmenesosa liikenteen aiheuttamasta hiukkaskuormasta. Tässä selvityksessä on kuitenkin laskettu vain polttoaineen palamisesta syntyvät hiukkaset, sillä muiden määrää on vaikea arvioida.

Liikenteen lyijypäästöt ovat vähentyneet huomattavasti viime vuosina, kun lyijytön bensiini on otettu käyttöön.

Rikkidioksidi syntyy polttoaineen rikin palaessa. Liikenteen osuus maamme rikkidioksidipäästöistä on muutamia prosentteja. Liikenteen synnyttämän rikkidioksidin määrä voidaan vähentää pienentämällä käytettävän polttoaineen rikkipitoisuutta. Rikkidioksidin vaikutukset ovat samantyyppisiä kuin typpidioksidin, eli se ärsyttää suurina pitoisuuksina ylähengitysteitä



synnyttäen yskää ja kirvelyä, sekä aiheuttaa hapanta laskeumaa ja suoria kasvivaurioita. Hengitysteihin rikkidioksidi vaikuttaa ylempänä kuin typpidioksidi suuremman vesiliukoisuutensa vuoksi.

## 2.2 Tieliikenteen osuus kokonaispäästöistä

Tieliikenne on maassamme merkittävin hiilimonoksidin ja typen oksidien tuottaja. Suomen teollisuuden, energiantuotannon ja liikenteen yhteenlasketusta vuosittaisesta CO-määrästä (514 000 tonnia) liikenne tuottaa 70 % (359 000 tonnia).

Vuonna 1990 koko maan typenoksidipäästöt olivat 290 000 tonnia ja tieliikenteen NO<sub>x</sub>-päästöt arviolta 125 000 tonnia, eli 43 % kaikista NO<sub>x</sub>-päästöistä. Tieliikenteen osuus oli selvästi suurempi kuin esim. teollisuuden typen oksidien päästö ilmaan.

Haihtuvia orgaanisia yhdisteitä, hiilivetyjä, joutuu ilmaan mm. liuotinaineita käytettäessä, energiantuotannossa ja liikenteen pakokaasuissa. Pakokaasujen tuottama hiilivety määrä (42 000 tonnia/vuosi) on 27 % koko maan kuormasta. Jos mukaan lasketaan polttoaineista haihtuvien hiilivetyjen määrä, on hiilivetyosuus 37 %. Tieliikenteen välilliseksi vaikutukseksi voidaan laskea lisäksi ajoratamaalauksista ilmaan haihtuvien liottimien määrä.

Tieliikenteen osuus hiilidioksidin kokonaispäästöistä on noin 20 %.

Suurin osa ilmassa leijuvasta pölystä on liikenteen ilmaan nostattamaa hiekkaa ja muita hiukkasia. Vuonna 1987 hiukkaspäästöjen kokonaismäärä oli noin 100 000 tonnia. Tämän lisäksi tien päällysteestä ja hiekoitushiekasta nousevan pölyn määräksi on arvioitu 260 000 tonnia. Tätä pölyä vahingollisempia ovat kuitenkin pakokaasujen hiukkaset, koska niissä on mukana syöpää synnyttäviä aineita. Teollisuuden ja energiantuotannon korkeista piipuista lähtevät päästöt ennättävät laimentua ja levitä laajalle alalle ennen maahan leijumistaan, kun taas pakokaasujen päästökorkeus on lähellä hengitysvyöhykettä. Pakokaasujen osuus on hieman yli 10 % koko maan teollisuuden hiukkaspäästöistä.

Rikkipäästöjä tarkasteltaessa liikenteellä ei ole suurta merkitystä, sillä tieliikenteen pakokaasujen osuus koko maan rikkidioksidin päästöistä on n. 1,5 %. Teollisuuden osuus päästöistä on 80 %. Suomen rikkidioksidipäästöjä on luvattu vähentää vuoteen 2000 mennessä 80 % vuoden 1980 päästötasoon verrattuna. Teollisuuden rikkidioksidipäästöt ovatkin viime vuosina pienentyneet huomattavasti. Myös liikenteen rikkidioksidipäästöt ovat vähentyneet, kun käyttöön on otettu vähärikkisempiä polttoainelaatuja.

Lyijyn lähteenä pakokaasut ovat olleet aiemmin merkittäviä, mutta tilanne on parantunut lyijyttömän bensiinin käyttöönoton myötä. Vuosikymmenen vaihteessa tieliikenne on tuottanut runsaat 60 % lyijypäästöistä. Tieliikenteen osuus alenee kuitenkin sitä mukaa kun autokanta uusiutuu, ja lyijytön bensiini korvaa vanhoissakin automalleissa lyijyllistä. Tieliikenteen lyijypäästöjen ennustetaan loppuvan ennen vuotta 2000.

## 2.3 Kolmitoimikatalysaattori

Pakokaasujen haitallisuutta voidaan vähentää kolmitoimikatalysaattorin avulla. Katalysaattorin avulla päästään enimmillään tasaisessa ajossa yli 90 % puhdistustehoon, keskimäärin pakokaasupäästöt vähenevät noin 80 %. Samalla kun typenoksidien, hään ja hiilivetyjen määrä pakokaasuissa pienenee, nousee kuitenkin hiilidioksidin tuotto.

Pakokaasujen jälkipuhdistuksessa tapahtuvat yhtä aikaa hiilimonoksidin ja hiilivetyjen hapetus sekä typen oksidien pelkistysreaktiot. Hapetettavien ja pelkistettävien aineiden keskinäisten määrasuhteiden on oltava katalysaattorin toiminnan kannalta oikeat, jolloin typen oksidien sisältämä happi siirtyy hiilimonoksidiin ja hiilivetyihin. Lopputuloksena on typpeä, vettä ja hiilidioksidia.



Puhdistettavien ainesosien oikeaa suhdetta katalysaattorissa valvoo ns. lambda-anturi (happitunnistin), joka ohjaa polttoaineen ruiskutusta ja kaa-suttimen toimintaa. Reaktiot ovat hyvin herkkiä seossuhteelle, joten lambda-arvon pitää olla hyvin lähellä teoreettista arvoa 1. Polttoaineseoksen rikastaminen kiihdytyksissä voi muuttaa pakokaasujen ainesosien suhdetta niin paljon, että parasta mahdollista puhdistustulosta ei saavuteta.

Kolmitoimikatalysaattori edellyttää lyijyttämän polttoaineen käyttöä, koska lyijy pilaisi katalysaattorin. Lisäksi pienikin määrä lyijyä tuhoaa lambda-anturin, jolloin järjestelmä ei toimi ja päästöt voivat nousta ei-katalysaattoriau-ton tasolle.

Rakenteellisesti katalysaattori on metallikuoreessa oleva keraaminen ken-nosto, jonka pinnalla on lisäaineistettua (cerium, natrium) alumiinioksidia. Näin syntyy valtavan suuri kontaktipinta, joka päällystetään jalometalleilla (platina, palladium ja rodium). Platina hapettaa hiilimonoksidin ja hiilivedyt, rodium yhdessä platinan kanssa pelkistää typen oksidit.

## 2.4 Ilman laadun ohjearvot

Ilman laadun ohjearvoina ovat käytössä valtioneuvoston päätöksen (537/84) mukaiset enimmäispitoisuudet rikkidioksidille, hiukkasille, typpidi-oksidiille ja hiilimonoksidiille.

Ilman laadun ohjearvot on määritelty terveydellisin perustein. Herkimpiä il-man epäpuhtauksille ovat lapset, vanhukset ja hengityselinten sairauksista kärsivät henkilöt. Ilman epäpuhtauksien on todettu lisäävät mm. lasten hengitystietulehduksia. Ohjearvoja halutaan tuntuvasti kiristää sekä tervey-dellisin perustein että ympäristönsuojelun vuoksi. Typen oksidien ylitykset yleistynevät raja-arvojen tiukentamisen myötä. Oheiseen taulukkoon on koottu sekä nyt voimassa olevat että uusiksi normeiksi ehdotetut raja-arvot.



**Taulukko 1** Valtioneuvoston voimassa olevan päätöksen mukaiset ja ympäristöministeriön työryhmän esittämät ilman laadun ohjearvot. Muiden yhdisteiden kuin hiilimonoksidin raja-arvoja saa ajoittain ylittää.

aine	aika	nykyinen enimmäis- pitoisuus	esitetty enimmäis- pitoisuus
rikkidioksidi (SO <sub>2</sub> )	vuosi	40 µg/m <sup>3</sup>	- µg/m <sup>3</sup>
	vuorokausi	200 µg/m <sup>3</sup>	80 µg/m <sup>3</sup>
	tunti	500 µg/m <sup>3</sup>	250 µg/m <sup>3</sup>
hiukkaset (kok.leijuma)	vuosi	60 µg/m <sup>3</sup>	50 µg/m <sup>3</sup>
	vuorokausi	150 µg/m <sup>3</sup>	120 µg/m <sup>3</sup>
hengitettävät hiukkaset	vuorokausi	-	70 µg/m <sup>3</sup>
typpidioksidi (NO <sub>2</sub> )	vuorokausi	150 µg/m <sup>3</sup>	70 µg/m <sup>3</sup>
	tunti	300 µg/m <sup>3</sup>	150 µg/m <sup>3</sup>
hiilimonoksidi (CO)	8 tuntia	10 mg/m <sup>3</sup>	8 mg/m <sup>3</sup>
	tunti	30 mg/m <sup>3</sup>	20 mg/m <sup>3</sup>

## 2.5 Päästöjen vähentämiskeinot

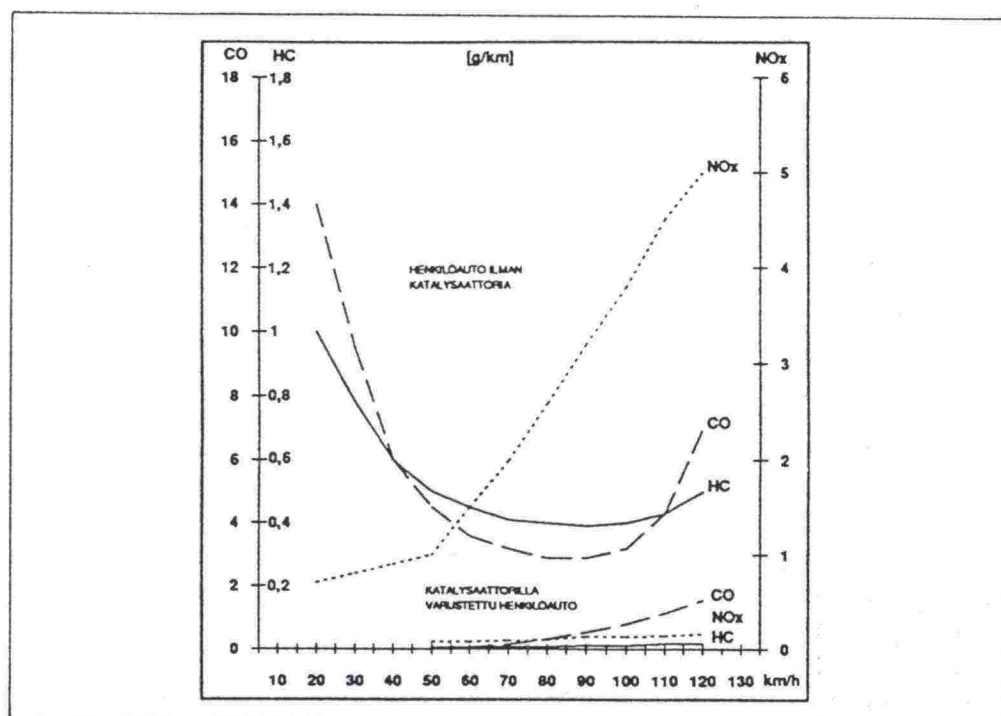
Katalysaattoreiden yleistymisen ja moottoritekniikan kehitys vähentävät hiilidioksidia lukuun ottamatta ajoneuvokohtaisia päästöjä. Kaikissa uusissa henkilöautoissa on katalysaattorit ja autokannan uusiutumisen myötä koko autokannan ominaispäästöt vähenevät.

Ajoneuvoliikenteen kokonaispäästöjen määrää voitaisiin vähentää myös vähentämällä liikenteen määrää. Tämä lienee epärealistista, sillä liikenteen kokonaismäärän ennustetaan vähitellen kääntyvän kasvuun.

Tielaitoksella ei ole keinoja vähentää liikenteellisin keinoin radikaalisti tieliikenteen pakokaasupäästöjä. Yksittäisiä parantamistoimenpiteitä tehtäessä voidaan miettiä toimenpiteitä, jotka vähentävät liikkumistarvetta tai saavat liikenteen sujumaan ilman ruuhkia ja turhia pysähdyksiä. Tiekohtaisesti syntyvien päästöjen määrään vaikuttavia tekijöitä ovat mm.

- liikenteen nopeutuminen nostaa typen oksidien ja hiilidioksidin päästöjä
- palvelutason huononeminen eli ruuhkautuminen nostaa häkä- ja hiilivetypäästöjä
- moottoritien nopeus 120 km/h lisää häkäpäästöjä hyvillä palvelutasoilla
- nopeuden ja palvelutason merkitys pienempi katalysaattoriautoilla
- polttoaineen kulutuksen lisäys nostaa aina hiilidioksidipäästöjä.

Eri tyyppisillä teillä päästöt tiekilometriä kohden muuttuvat liikennemäärien kasvaessa eri tavalla. Häkä- ja hiilivetypäästöt lisääntyvät nopeammin kuin typen oksidit liikennemäärän kasvaessa. Palvelutason huononeminen lisää häkäpäästöjä, mutta typen oksidien ja hiilidioksidin päästöihin palvelutason huononeminen ei vaikuta merkittävästi. Henkilöauton keskimääräiseen hiilimonoksidipäästöön vaikuttaa ratkaisevasti ajonopeus. Moottorin kuormitus ja ajon epätasaisuus nostavat selvimmin hiilivetyjen ja typen oksidien päästöjä.



Kuva 1 Ajonopeuden vaikutus henkilöauton pakokaasupäästöihin

Yhdyskuntarakenteen tiivistäminen vähentää liikkumistarvetta. Joukkoliikenteen ja kevyenliikenteen suosiminen voivat vähentää jonkin verran autoliikennettä. Kevyenliikenteenväylien oikealla sijoittamisella ja liikenteen ohjaamisella sinne missä asutusta ja muita liikkujia on vähän voidaan vaikuttaa päästöjen kohdentumiseen.

Pölyä sitovat kasvit, meluaidat ja suojavyöhykkeet vähentävät haitallisten hiukkasten pitoisuuksia hengitettävässä ilmassa. Hiekoitushiekan, suolan ja nastojen aiheuttamaa pölyämistä voidaan vähentää ajoittamalla tien kunnossapitotoimenpiteitä oikein sekä pesemällä ja harjaamalla teitä ennen keväistä tien pintojen kuivumista.

Bensiinin lyijypitoisuuden laskun ja lyijyttömän bensiinin käyttöön oton seurauksena lyijypäästöt ovat vähentyneet koko 80-luvun ja tieliikenteen lyijypäästöt loppunevat 90-luvun lopulla.

Hiilidioksidia ei voida poistaa syntyvistä pakokaasuista millään lailla, päinvastoin katalysaattorit muuntavat hiilimonoksidin ilmakehän reaktioita nopeammin hiilidioksidiksi. Siten kasvihuoneilmion syntyyn voidaan vaikuttaa vain toimenpiteillä, jotka vähentävät polttoaineen kulutusta.

Ajotapa vaikuttaa syntyvien pakokaasujen määrään. Keinoja, joilla kuljettaja voi vähentää haitallisten päästöjen syntymistä ovat

- katalysaattorin asentaminen
- lyijyttämän polttoaineen käyttö
- virran sammuttaminen pysähdyttyä
- voimakkaiden kiihdytysten välttäminen
- auton säännöllinen huolto
- joukkoliikenteen ja kimpakyytien suosiminen
- pyöräily ja kävely

### 3 Menetelmät ja tarkastelutapa

#### 3.1 Päästöt

Liikenteen aiheuttamat vuosittaiset päästöt on laskettu tielaitoksen pääteiden kehittämiseen tarkoitetulla KEHAR 2.1 -tietokoneohjelmalla. Hiilimonoksidin, hiilivetyjen, typen oksidien ja hiukkasten laskenta perustuu kevyelle ja raskaalle liikenteelle erikseen kehitettyihin päästökertoimiin. Hiilidioksidipäästöt on laskettu ajoneuvojen polttoaineen kulutusmallin avulla. KEHAR ottaa laskennassa huomioon katalysaattoreiden osuuden autokannasta sekä tieosan ruuhkaisuuden.

Laskennassa ovat mukana kaikki läänin valta- ja kantatiet sekä seutu- ja kokoojateistä ne, joiden vuorokautinen liikennemäärä on vähintään 1000 ajoneuvoa. Valtateistä ja kantateistä on siis mukana myös sellaisia osuuksia, joiden vuorokausiliikenne on pienempi kuin tuhat ajoneuvoa. Laskennassa ei ole mukana kuntien katuverkkojen liikennettä. Laskennasta puuttuu myös paikallisesti merkittäviä maanteitä joiden KVL > 1000 ajoneuvoa, mutta joita ei ole KEHARin tietokannassa. Nämä ovat useimmiten taajamateitä, joiden vuorokautiset liikennemäärät ja pituudet ovat sen verran pieniä, ettei niiden puuttuminen laskennasta aiheuta suurta virhettä kokonaispäästömääriin.

Laskenta perustuu vuoden 1991 liikennetietoihin. Valta- ja kantateiden vuosittaiset päästömäärät tonneina on esitetty taulukossa 2 sekä kuvissa 2 ja 3. Pääteiden päästöt kunnittain on esitetty kuvissa 9 - 13 sekä liitteenä 2 olevassa taulukossa.

Laskennassa saatuja tuloksia on verrattu VTT:n LIISA-tietokannan alueellisiin tulosteisiin. LIISA-tietojärjestelmä laskee liikennesuoritetietoihin, päästökertoimiin ja kulutettuun polttonestemäärään perustuen Suomen tie liikenteen pakokaasujen kokonaismäärät kunnittain. Koska KEHAR- ja LIISA-tietojärjestelmien laskentatavat ovat erilaiset, poikkeavat laskentojen tulokset toisistaan. Kunnittaisia päästöjä laskettaessa LIISAn tiedot tarken-



tuvat, jos lähtötiedoiksi annetaan kunnassa tehtyjen liikennelaskentojen tai arviointien mukaisia liikennemääriä.

Pohjois-Karjalan tiepiiri on tehnyt kesällä 1993 tierekisteritietoa hyväksi käyttäen TR-kuva -ohjelmalla havainnolliset tiekohtaiset kuvat tieliikenteen päästöjen suuruusluokista (kuvat 4 - 8).

### 3.2 Pitoisuudet

Hiilimonoksidi- ja typpidioksidipitoisuudet on tarkistettu niistä kohteista, joissa oletetaan olevan yleisten teiden suurimmat liikenteen aiheuttamat pitoisuudet. Hiilimonoksidi- ja typpidioksidipitoisuudet on laskettu ruotsalaisella Suomen olosuhteisiin sovelletulla laskentamallilla. Malli on esitelty julkaisussa Tieliikenteen pakokaasupäästöt, TIEL 703611. Arvot kuvaavat yleispiirteisesti tilannetta epäsuotuisimmassa tuulensuunnassa alhaisella tuulen nopeudella 2-3 metrin korkeudella. Malli antaa CO-pitoisuuden, joka on vertailukelpoinen Valtioneuvoston antaman kahdeksan tunnin enimmäispitoisuuden kanssa ja NO<sub>2</sub>-pitoisuuden, joka on vertailukelpoinen vastaavan yhden tunnin ohjearvon kanssa.

## 4 Pohjois-Karjalan läänin ilman laatu

Pohjois-Karjalan ilman laadun kokonaistilanne on hyvä, koska lääni ei ole voimakkaasti teollistunut. Ympäristötietokeskuksen läänikohtaisessa vertailussa Pohjois-Karjalassa ovat maamme pienimmät typenoksidipäästöt. Suurimmat teollisuuden päästölähteet sijoittuvat Joensuuhun, Outokumpuun, Uimaharjuun ja Pankakoskelle. Läänin ilmoitusvelvollisten laitosten aiheuttamat hiukkas-, SO<sub>2</sub>- ja NO<sub>x</sub>-päästöt on esitetty kuvassa 4 (lähde: Pohjois-Karjalan lääninhallitus 1992).

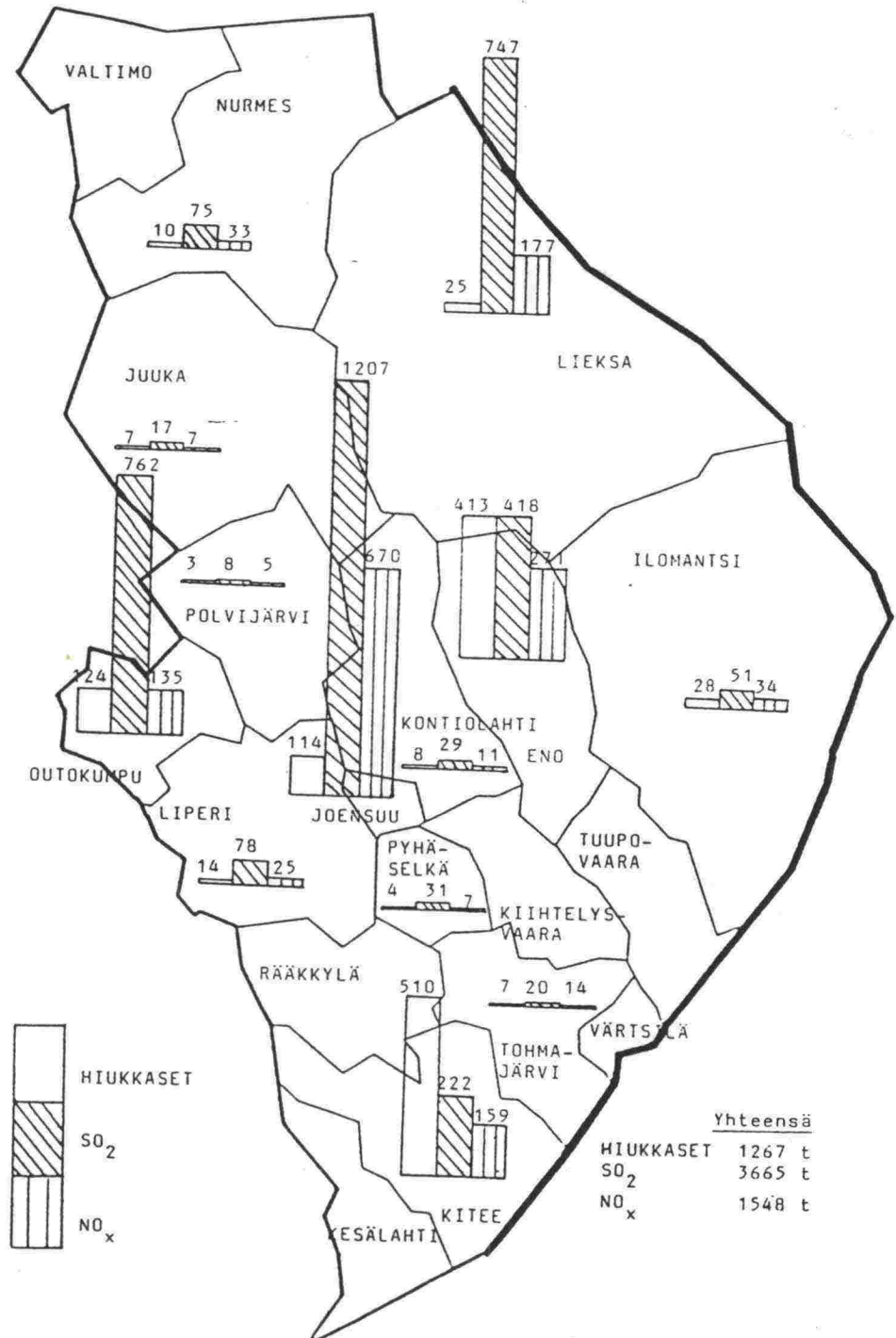
Suurimpia rikkidioksidin tuottajia ovat IVO:n tuotantopalvelut Joensuussa, Finnminerals Outokummussa sekä Enso Gutzeit Pankakoskella. Läänin teollisuuslaitosten yhteenlaskettu rikkidioksidipäästö on noin 3700 t/a. Tieliikenteen rikkidioksidipäästökseksi on arvioitu 120 t/a.

Liikenne on Pohjois-Karjalan läänissä ylivoimaisesti suurin typenoksidien lähde. Lääninhallituksen arvion mukaan tieliikenne tuottaa typenoksideja noin 3500 t/a, samaan aikaan kun läänin ilmoitusvelvollisten teollisuuslaitosten ja energiantuotannon yhteenlaskettu typenoksidimäärä on 1500 t/a. Tieliikenteen typenoksidien päästöt lisääntyivät voimakkaasti koko 1980-luvun ajan. Uusien autojen katalysaattoripakko on ollut voimassa vuoden 1991 alusta, joten pakokaasujen päästömäärät ovat 1990-luvulla alkaneet pienentyä.

Pakokaasujen hiukkaspäästöt ovat noin 340 t/a, mikä on noin neljännes läänin ilmoitusvelvollisten toiminnanharjoittajien hiukkaskuormasta (1300 t/a). Pohjois-Karjalan läänissä maantieliikenteen hiukkaspäästöillä ei ole

suurta merkitystä, koska kilometreittäin laskettuna päästöt ovat suhteellisen pienet, eikä paikallisesti synny suuria hiukkaspitoisuuksia.

Pohjois-Karjalan läänin kunnista useat ovat tehneet kunnan ilman laadun perusselvityksiä. Bioindikaattoritutkimuksia on tehty Enossa, Juuassa, Joensuussa, Lieksassa, Outokummussa, Kontiolahdella, Liperissä ja Kiteellä. Enossa on tehty savukaasujen leviämisselvitys. Joensuussa on tehty myös ilman laadun mittauksia ja tieliikenteen päästökartoitus. Luettelo Pohjois-Karjalassa tehdyistä ilman laadun tutkimuksista on liitteenä 1.



Kuva 4. Ilmoitusvelvollisten laitosten aiheuttamat hiukkas-, SO<sub>2</sub>- ja NO<sub>x</sub>-päästöt Pohjois-Karjalassa 1992



## 5 Maantieliikenteen päästöt

### 5.1 Pohjois-Karjalan yleisten teiden vuosittaiset pakokaasupäästöt

Tarkastelussa mukana olleiden yleisten teiden vuosittaiset päästöt Pohjois-Karjalan tiepiirissä on laskettu tielaitoksen Kehar-ohjelmistoa käyttäen (taulukko 2). Päästömäärät poikkeavat VTT:n Liisa-ohjelmiston läänikohtaisista pääteiden laskentatuloksista, koska ohjelmien lähtökohdat ovat hieman erilaiset. Keharin tulosteet ovat suurempia, sillä Kehar ottaa mm. ruuhkaisuuden huomioon. Lisäksi laskennassa on mukana valta- ja kantateistä myös ne osuudet, joiden liikennemäärä on alle 1000 ajoneuvoa vuorokaudessa.

*Taulukko 2. Pohjois-Karjalan tiepiirin pääteiden päästöt vuonna 1991 Kehar- ja Liisa-ohjelmilla laskettuna*

Päästölaji	Keharin mukainen päästö määrä	Liisan mukainen päästö määrä
hiilimonoksidi	3 200 t/a	2 200 t/a
hiilivedyt	480 t/a	300 t/a
typen oksidit	2 700 t/a	1 800 t/a
hiukkaset	200 t/a	170 t/a
hiilidioksidi	180 000 t/a	165 000 t/a

VTT:n kehittämän LIISA-laskentaohjelman mukaan Pohjois-Karjalan läänin kaikkien teiden yhteenlaskettu häkäpäästö määrä on noin 11 500 t/a (liite 4). Tästä Pohjois-Karjalan tiepiirin hoidossa olevien pääteiden osuus on 2200 t/a. LIISAn tuloste läänin pääteiden häkäpäästöille on siis noin kolmanneksen pienempi kuin KEHARin mukainen laskelma. Saman suuntaisia tuloksia on saatu myös Kuopion ja Mikkelin tiepiireistä. Koko maan pääteiden häkäpäästöistä (60 400 t/a) on Pohjois-Karjalan läänin pääteiden osuus vain 3,6 %.

Myös hiilivedyille ja typen oksideille LIISAn tuloste antaa Pohjois-Karjalan läänissä pienempiä arvoja kuin KEHAR. Koko maan autoliikenteen synnyttämäksi vuosittaiseksi hiilivetyjen päästökseksi on saatu 36 600 t/a ja Pohjois-Karjalan läänin liikenteen kokonaispäästökseksi 1230 t/a.

Suomen autoliikenteen typen oksidien päästökseksi on arvioitu 108 000 t/a ja vastaavasti Pohjois-Karjalan läänin liikenteen NO<sub>x</sub>-päästökseksi 3740 t/a. Lääninhallituksen mukaan ilmoitusvelvollisten laitosten typenoksidipäästöt olivat vuonna 1992 yhteensä noin 1500 tonnia, eli huomattavasti pienemmät kuin tieliikenteen aiheuttamat päästöt.

Koko maassa syntyy tieliikenteen pakokaasuista hiukkasia 10 800 t/a ja hiilidioksidia 3,28 milj. t/a, Pohjois-Karjalan läänin pääteiden pakokaasuista

syntyy hiukkasia 170 t/a ja hiilidioksidia 165 000 t/a. Vertailun vuoksi läänin ilmoitusvelvollisten laitosten hiukkasemissiot ovat luokkaa 1300 t/a.

Tiepiirin tiestön CO-, HC-, NO<sub>x</sub>-, hiukas- ja CO<sub>2</sub> -päästöistä on tehty päästöjen suuruusluokaa havainnollistavat karttapiirroksset (kuvat 4 - 8). Kuvista näkyy selvästi suurimpien päästömäärien keskittyminen Joensuun seudulle. Joensuun lisäksi vain Kiteellä ylitetään liikennemäärä 10 000 ajoneuvoa vuorokaudessa, joten läänin yleisten teiden varsilla ei synny huolestuttavan korkeita epäpuhtauspitoisuuksia.

Häkäpäästöt ylittävät rajan 15 t/km Joensuussa ja Nurmeksen keskustassa. Hiilimonoksia syntyy kohtalaisesti myös Lieksa, Juuan ja Enon keskustoissa. Tyypillisesti häkää syntyy eniten siellä, missä nopeudet ovat pieniä ja ajotapa nykivää.

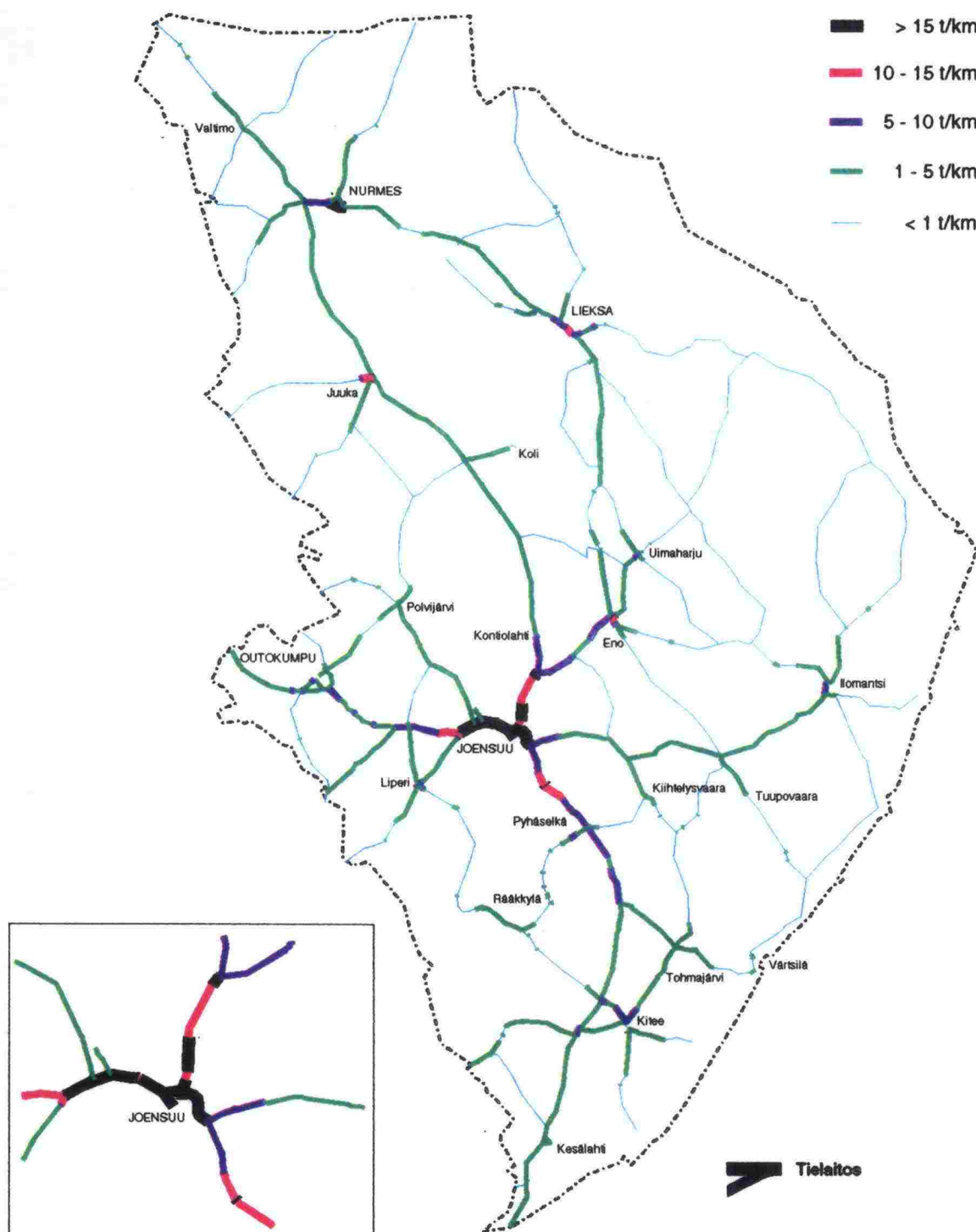
Suurimmat hiilivetypäästöt ovat Joensuun molemmin puolin valtateillä 17 ja 6 sekä Nurmeksessa kantatien 73 loppuosuudella, jossa KVL on yli 8000. Muutoin hiilivety määrät ovat pieniä.

Typen oksidien ja hiilidioksidin päästöt jakautuvat melko tasaisesti kaikille valta- ja kantateille. Typen oksidien tuotto kasvaa nopeuden noustessa, ja läänin pitkillä tieosuuksilla 100 km/h on yleinen nopeus.

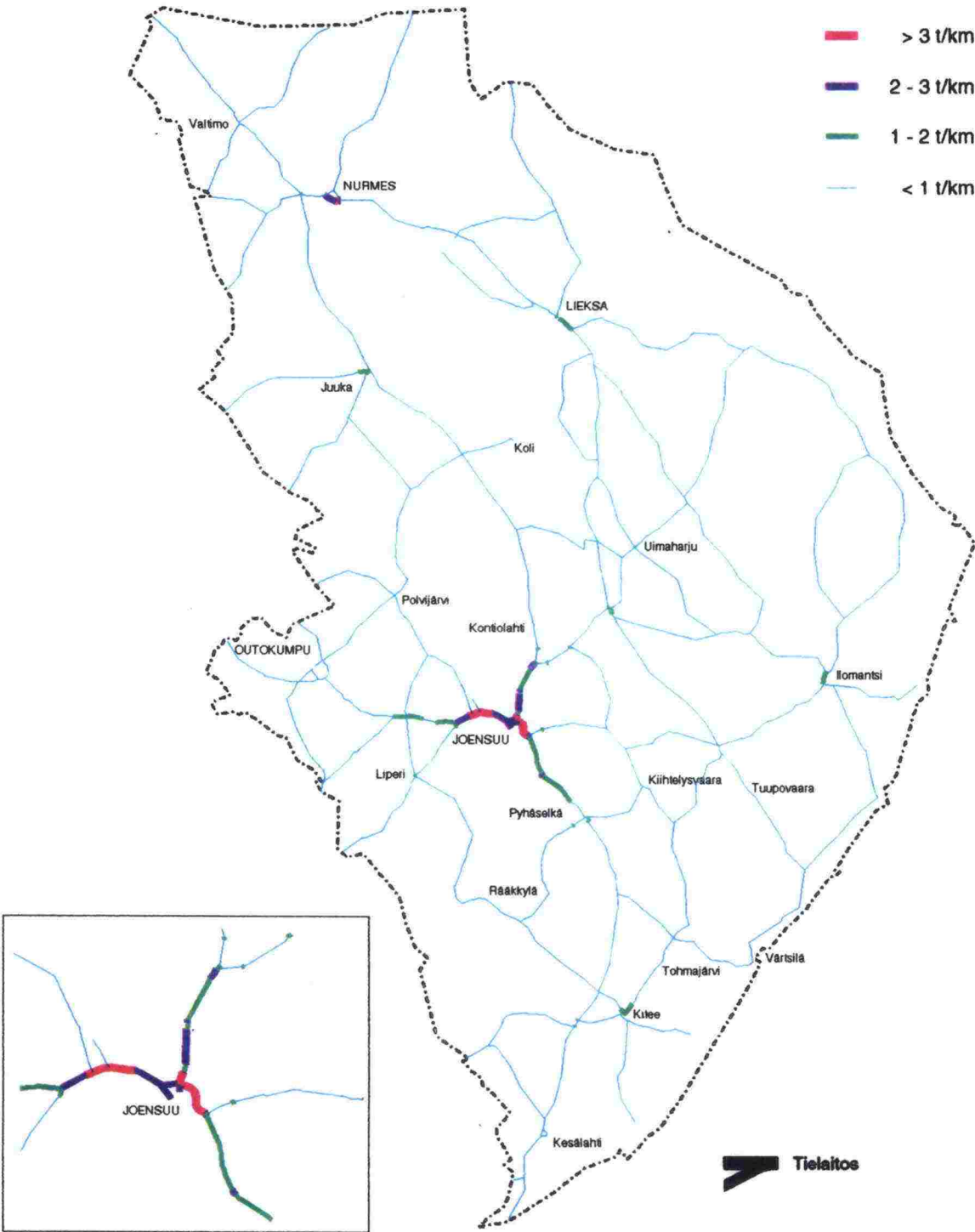
Hiukkaspäästöissä näkyy yleensä liittymien läheisyys ja palvelutason huononeminen. Yli 1 t/km vuosittaisia hiukkaspäästöjä on vain Joensuun ympäristössä.



## VUOSITTAISET HIILIMONOKSIDIPÄÄSTÖT t/km

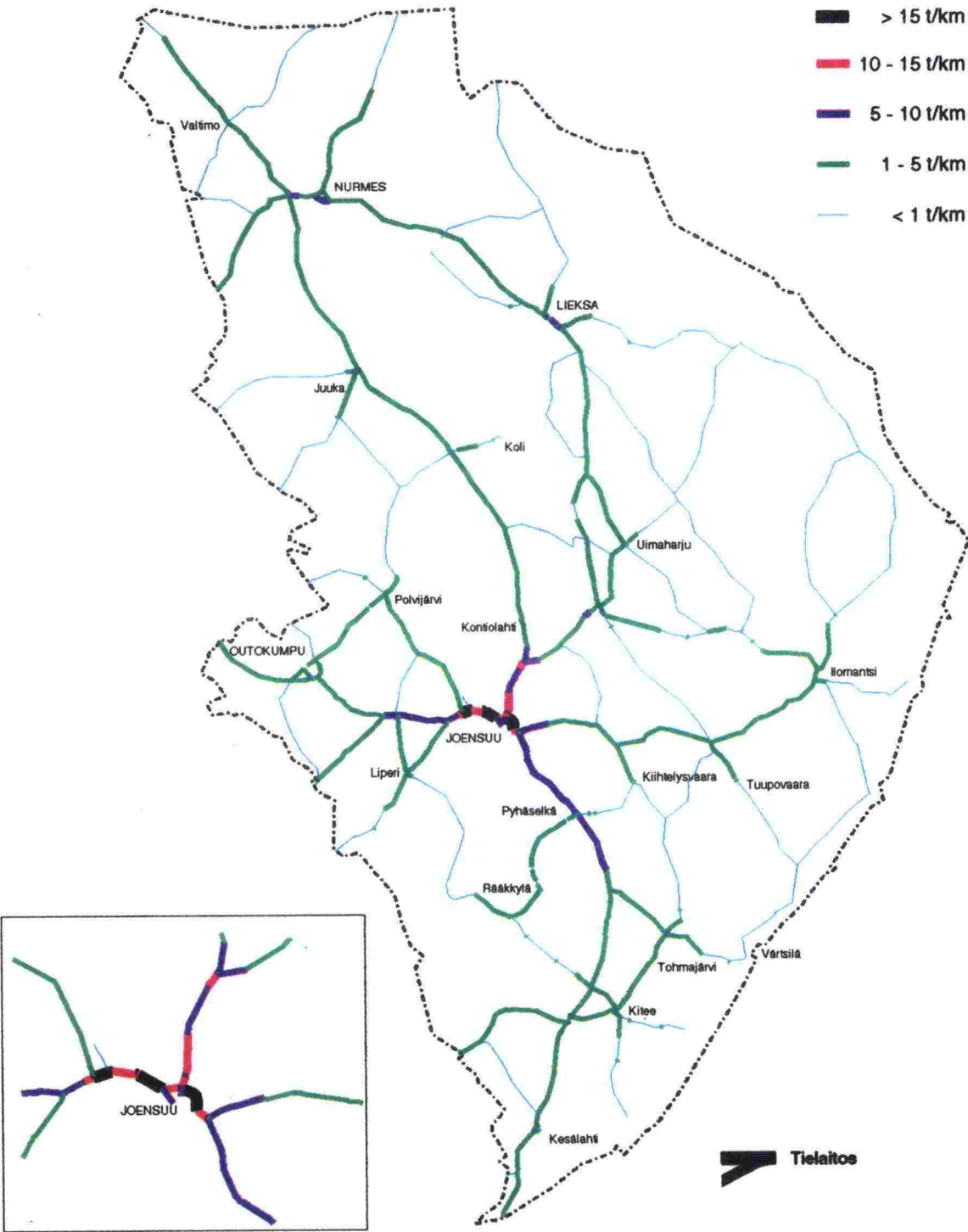


VUOSITTAISET HIILIVETYPÄÄSTÖT t/km



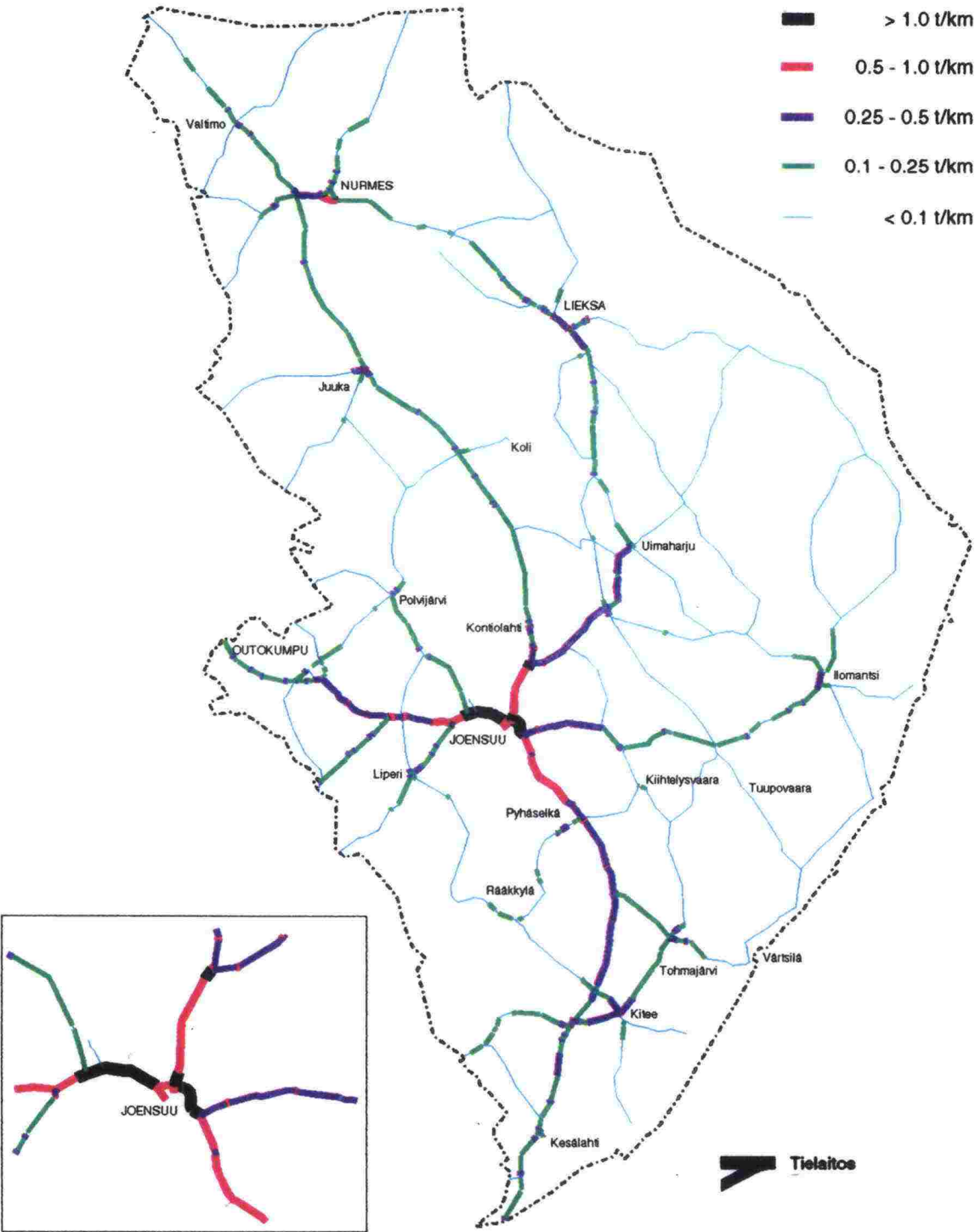


VUOSITTAISET TYPPIOKSIDIPÄÄSTÖT t/km





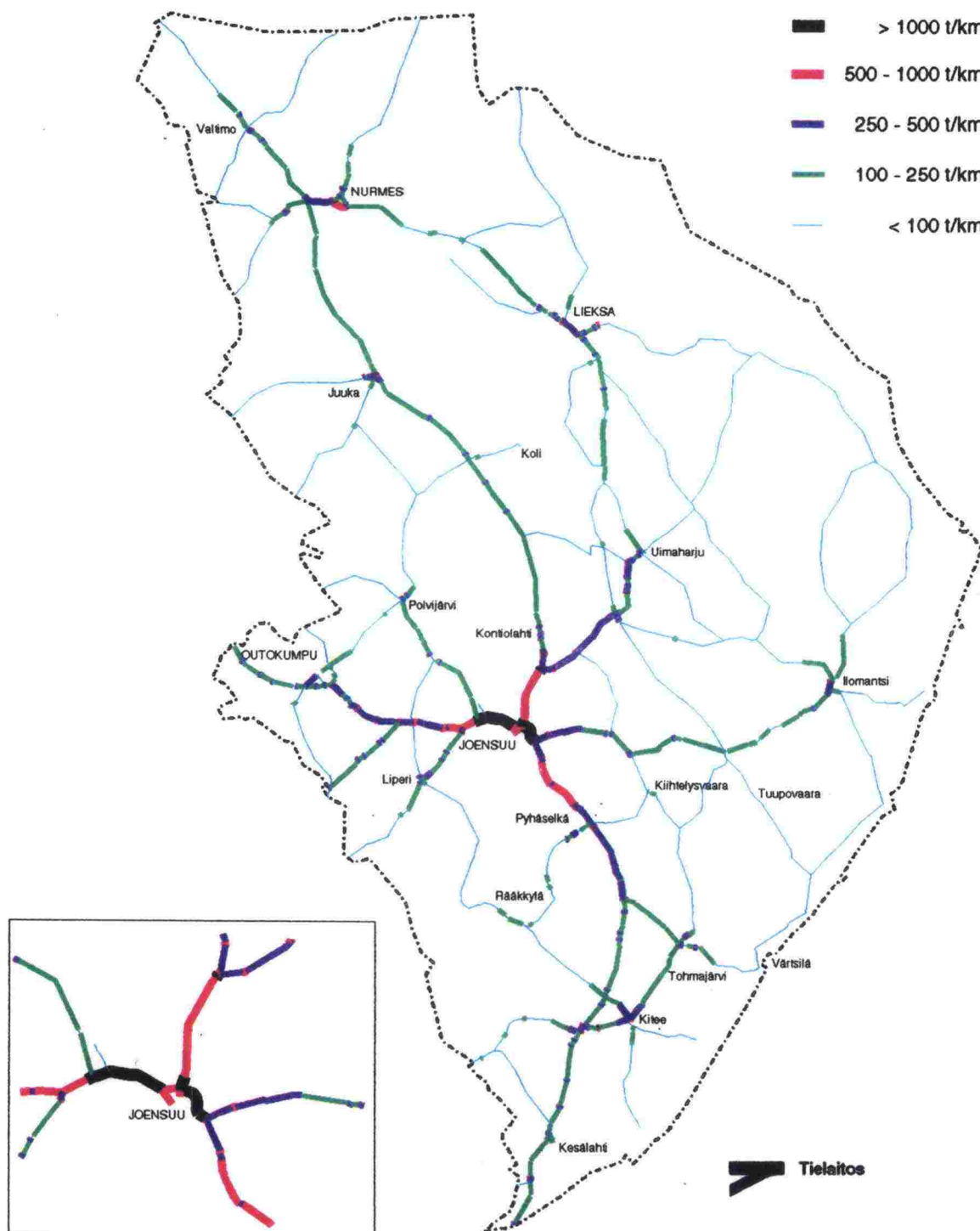
VUOSITTAISET HIUKKASPÄÄSTÖT t/km







## VUOSITTAISET HIILIDIOKSIDIPÄÄSTÖT t/km







## 5.2 Valtateiden ja kantateiden päästöt

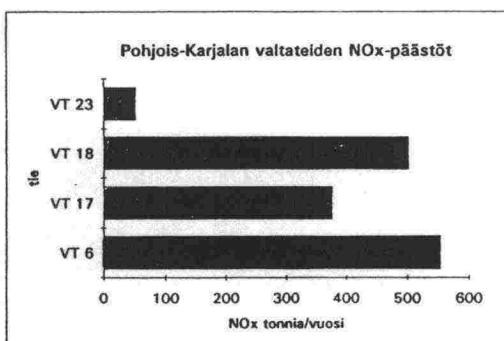
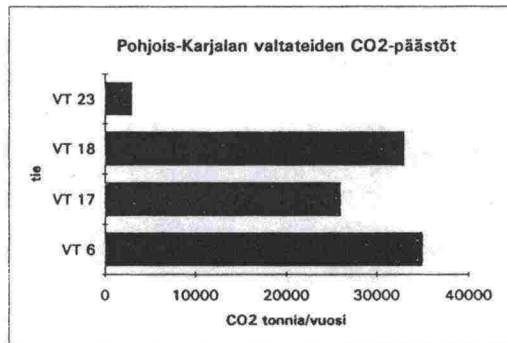
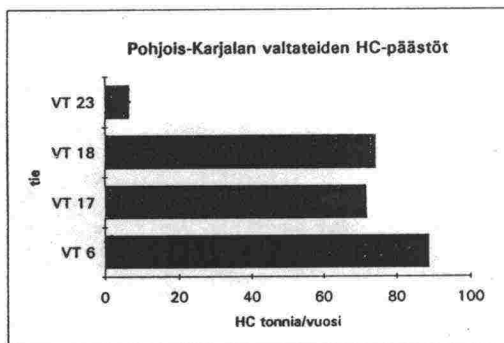
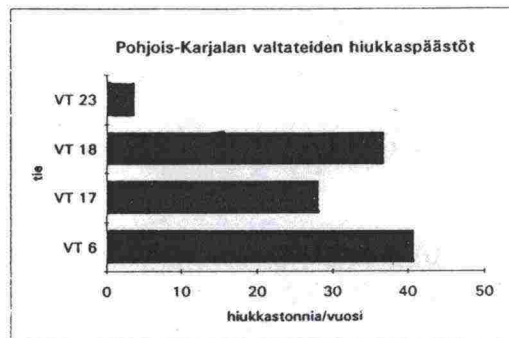
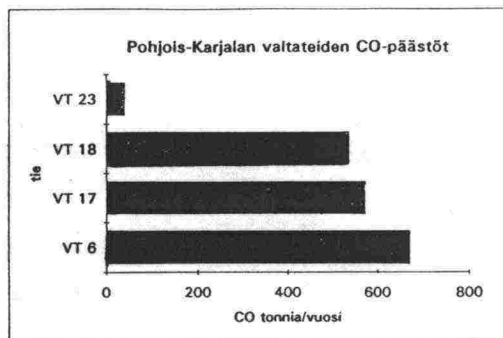
Kaikista läänin valta- ja kantateistä sekä muista yleisistä teistä, joiden KVL ylittää 1000 ajoneuvoa on laskettu päästöt sekä teittäin että kunnittain. Kaikkien laskennassa mukana olleiden tieosuuksien tulokset ovat liitteinä 2 ja 3.

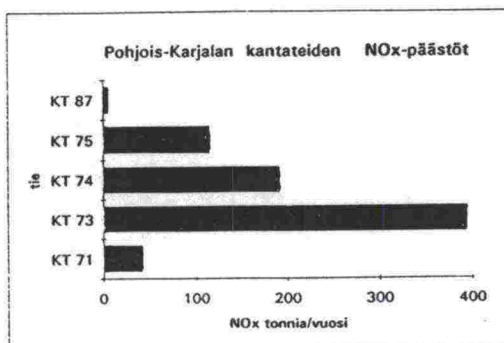
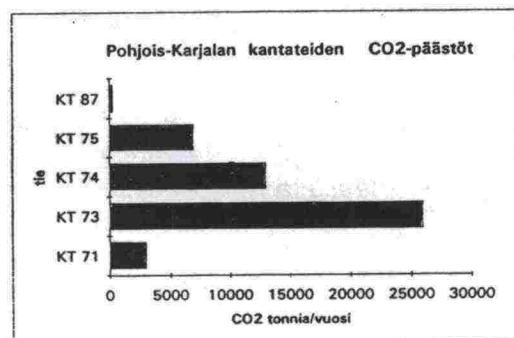
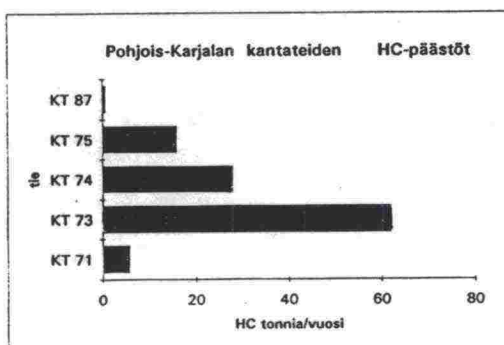
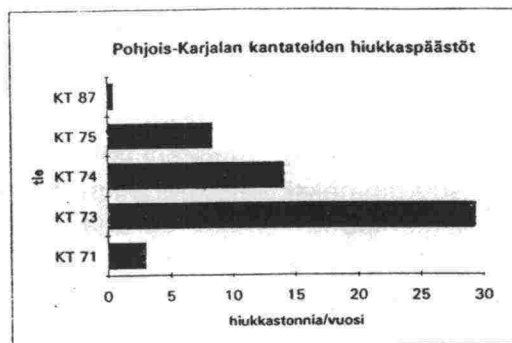
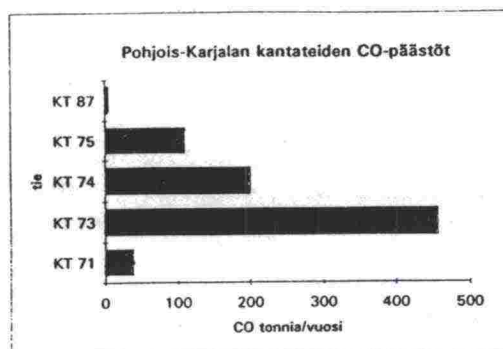
Valtaosa Pohjois-Karjalan yleisten teiden päästöistä syntyy valtateilla ja kantateilla (taulukko 3). Valta- ja kantateiden päästömääriä havainnollistamaan on piirretty diagrammit (kuvat 9 ja 10).

Taulukko 3. Pohjois-Karjalan valta- ja kantateiden päästöt vuonna 1991.

TIE	PITUUS	CO (t/a)	HC (t/a)	NOx (t/a)	HIUKK. (t/a)	CO2 (1000 t/a)
VT 6	113	670	89	554	41	35
VT 17	65	572	72	377	28	26
VT 18	169	536	74	502	37	33
VT 23	20	41	6	52	4	3
yhteensä	367	1818	241	1484	109	97
KT 71	27	39	6	42	3	3
KT 73	139	457	62	394	29	26
KT 74	69	201	28	192	14	13
KT 75	72	110	16	115	8	7
KT 87	11	4	1	6	1	0
yhteensä	318	811	113	749	55	48

Suurimmat päästömäärät ovat valtatiellä 6, joka johtaa läänin etelärajalta Joensuuhun. Valtatien 18 päästömäärät ovat hieman pienemmät, vaikka kilometreittäin valtatie 18 on Pohjois-Karjalassa eniten. Kantateistä erottuu KT 73, jota on lähes 140 km.





Kuva 10 Kantateiden päästöt Pohjois-Karjalan läänissä

### 5.3 Kuntakohtaiset pääteiden pakokaasupäästöt

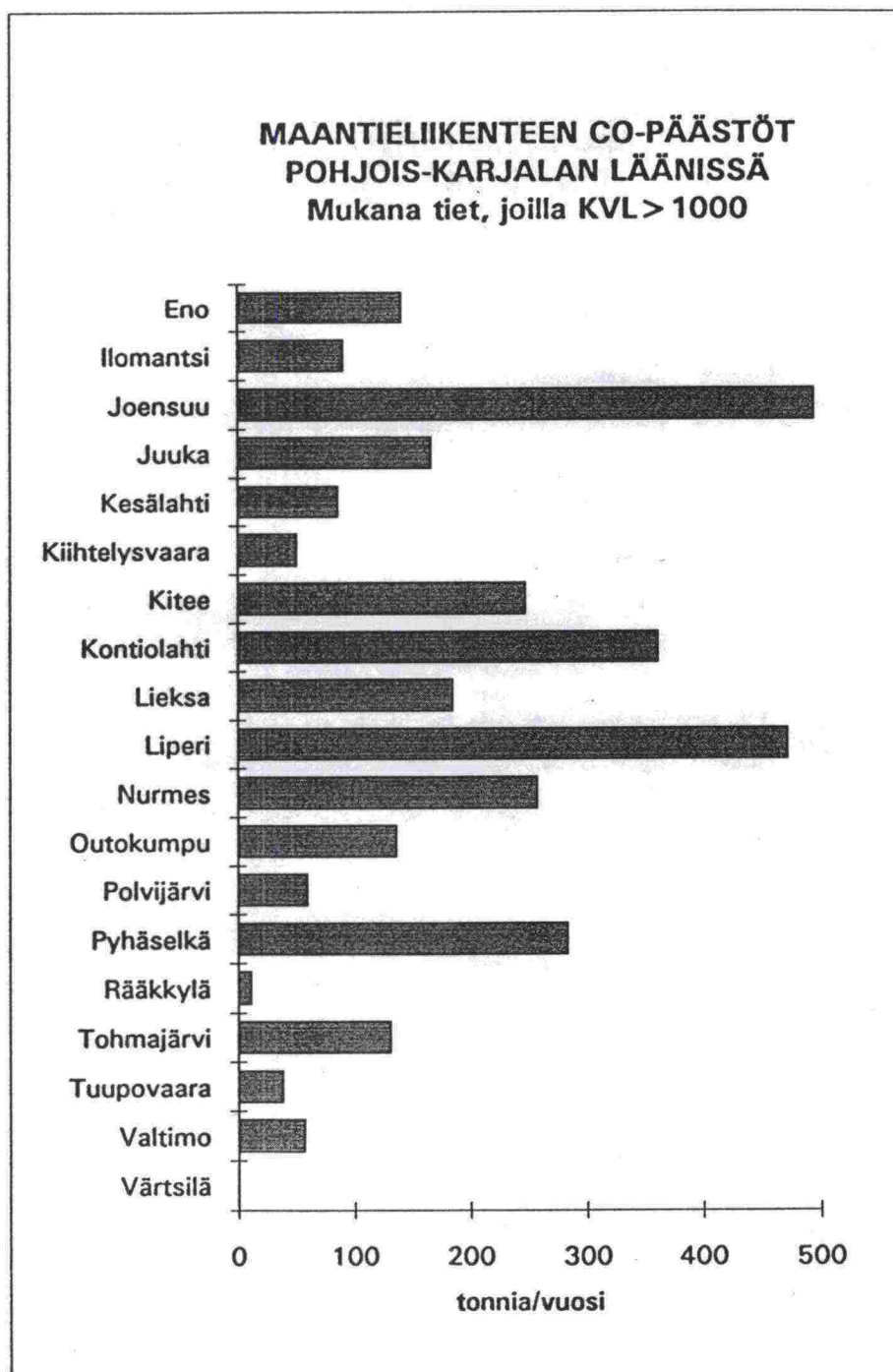
Pääteiden päästöistä on piirretty kunkin kunnan alueella päästöjen määrää havainnollistavat pylväsdiagrammit (kuvat 11 -15). Hyvin suuria eroja kunnittaisissa päästömäärissä ei ole. Kokonaisuus muodostuu sitä suuremmaksi, mitä enemmän kunnan alueella on liikennettä ja mitä useampi tiekilometri. Värtsilässä ei ole yleisiä teitä, joiden keskimääräinen vuorokausiliikenne ylittäisi 1000 ajoneuvoa, joten diagrammeissa Värtsilän kohta on tyhjä.

Hiilimonoksidipäästöjen määrä on suurinta Joensuussa ja Liperissä. Joensuussa yleisiä teitä on kilometreittäin vähän, mutta liikennemäärät ovat suuria. Myös Liperissä näkyy Joensuun läheisyys ja valtatie 17 liikenne.

Hiilivetypäästöissä näkyy samoin Joensuun ympäristön liikenne. Suurimmat hiilivetypäästöt ovat kuitenkin Kiteellä.

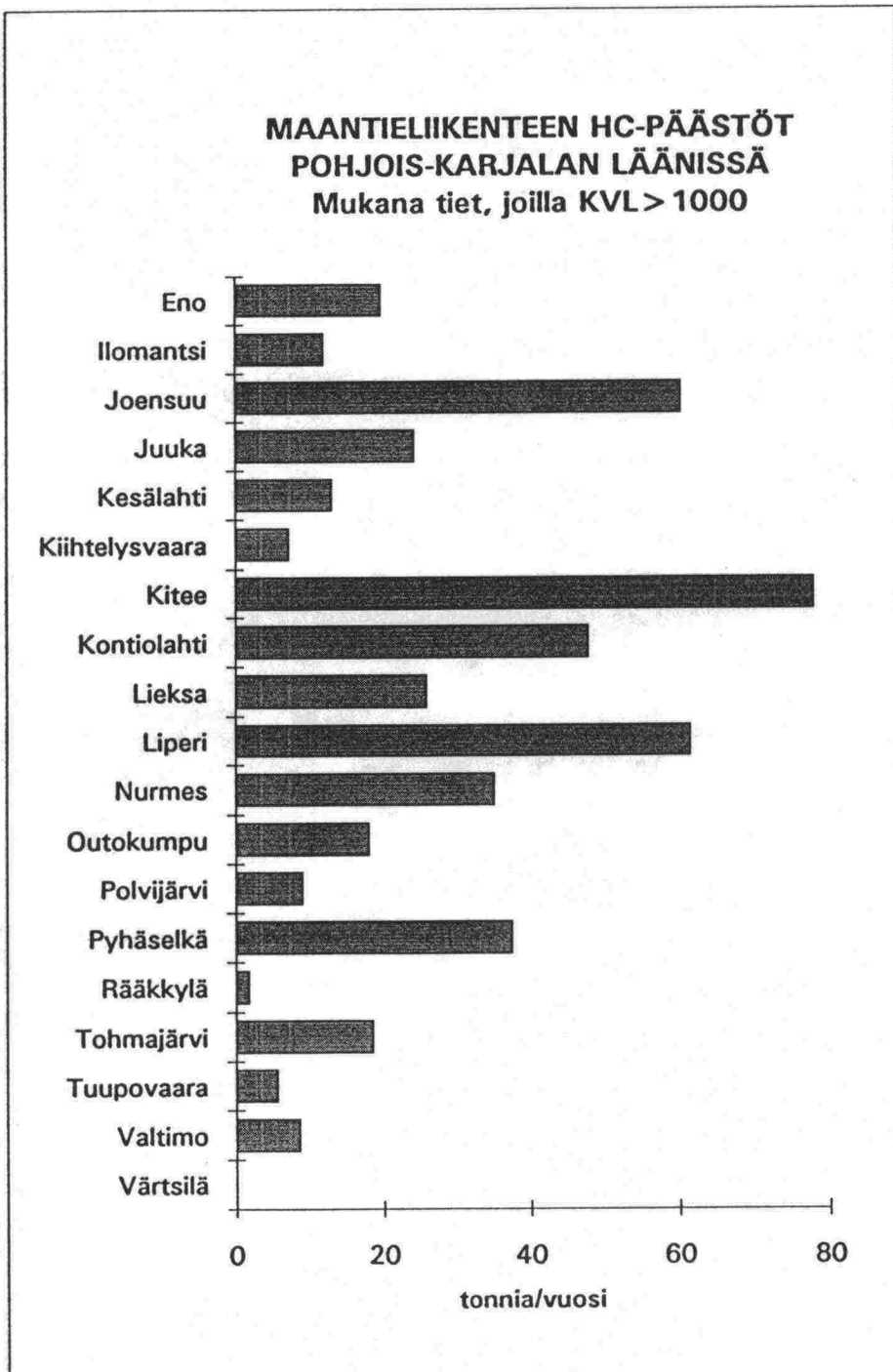
Typen oksidien päästömäärät ovat melko tasaisia. Suurimmat päästöt ovat Liperissä, Kontiolahdella ja Joensuussa. Vaikka Joensuun liikennemäärät ovat suurimpia, siellä ajonopeudet ovat keskimäärin alhaisempia kuin valtateiden maaseutuosuuksilla.

Myöskään hiilidioksidi- ja hiukkaspäästöissä ei ole suuria yllättäviä eroja. Suurimmat päästöt ovat Liperissä, Kontiolahdella ja Joensuussa, pienimmät Värtsilässä ja Rääkkylässä.

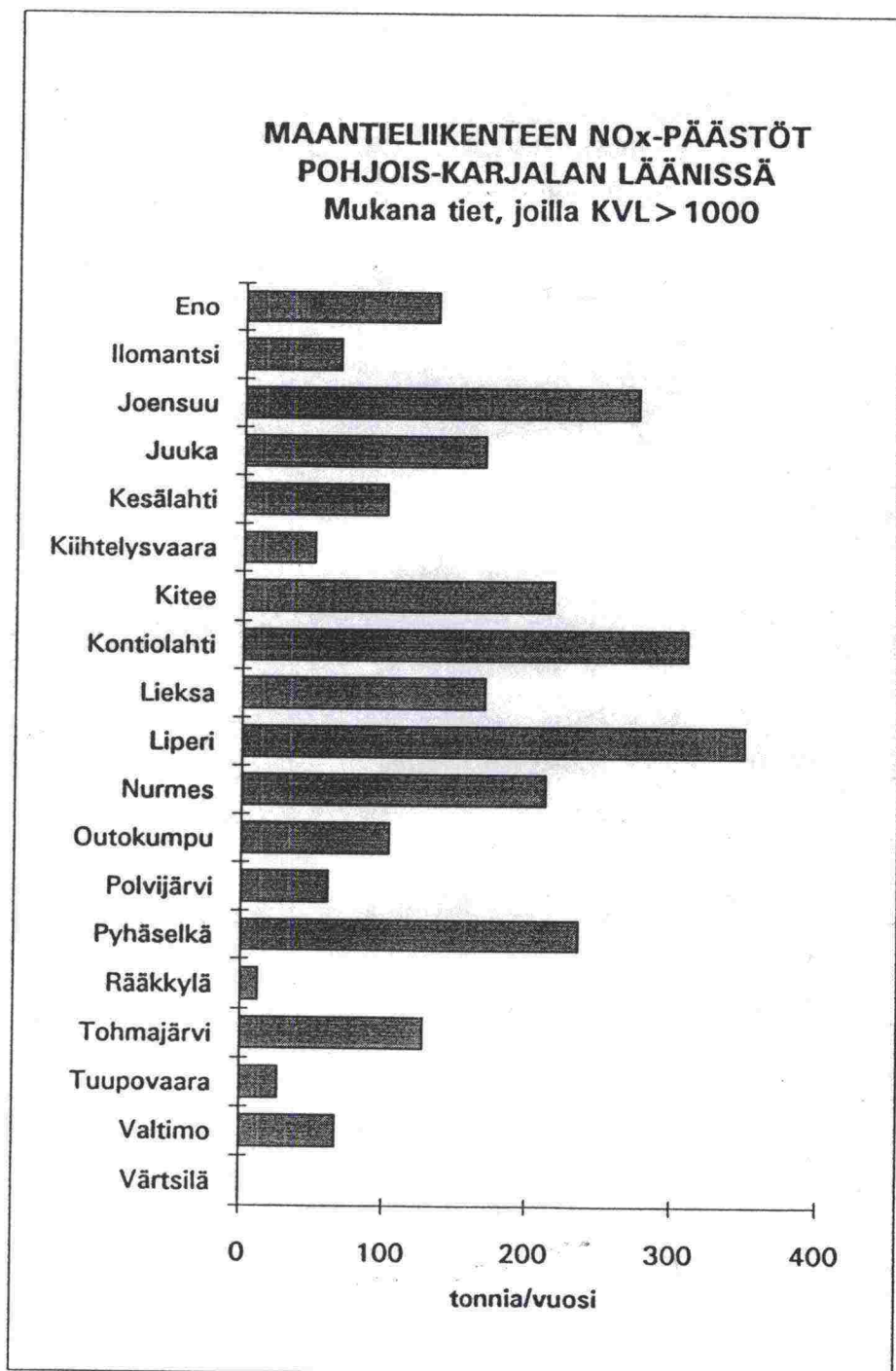


Kuva 11 Maantieliikenteen CO-päästöt Pohjois-Karjalan läänissä





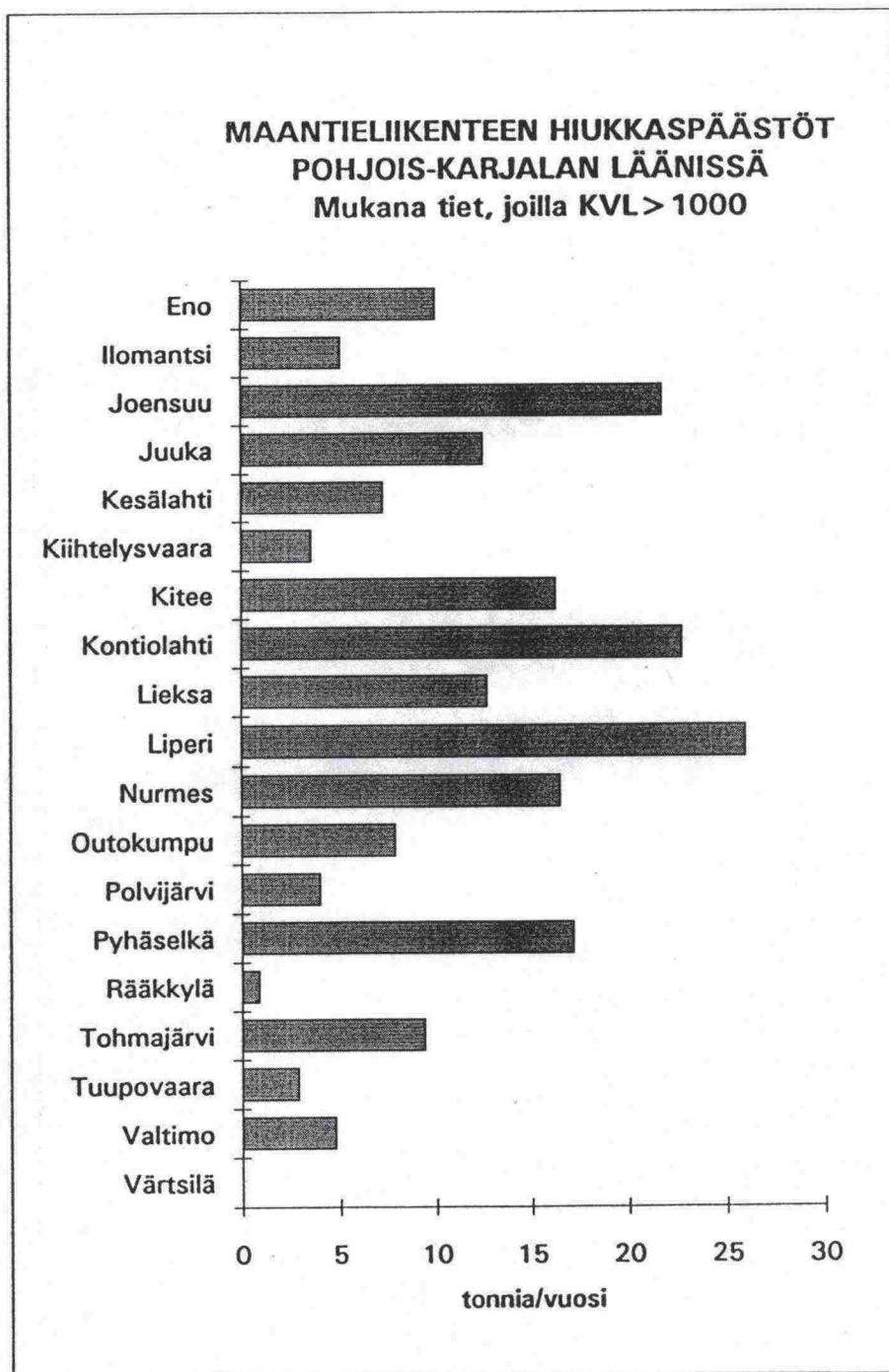
Kuva 12 Maantieliikenteen HC-päästöt Pohjois-Karjalan läänissä



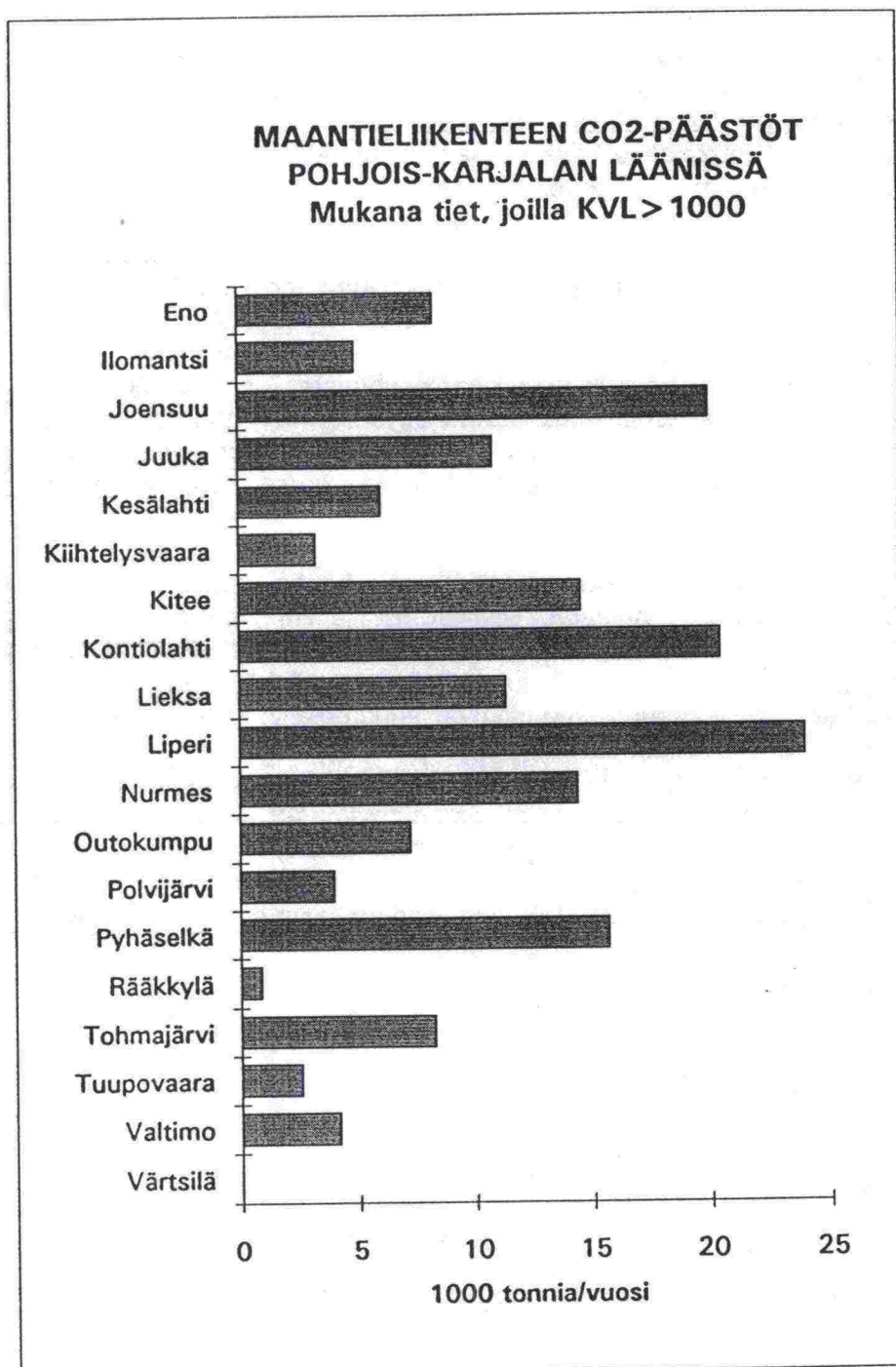
Kuva 13

Maantieliikenteen NO<sub>x</sub>-päästöt Pohjois-Karjalan läänissä





Kuva 14 Maantieliikenteen hiukkaspäästöt Pohjois-Karjalan läänissä



Kuva 15 Maantieliikenteen CO<sub>2</sub>-päästöt Pohjois-Karjalan läänissä

## 6 Liikenteen vaikutukset ilman laatuun

Autojen pakokaasujen sisältämät epäpuhtaudet ovat terveydelle haitallisia. Vahingollisimpia ovat syöpää aiheuttavat hiilivedyt sekä hengitystiesairauksia aiheuttavat typen oksidit. Pakokaasujen haju ja liikenteen ilmaan nostattama pöly vähentävät viihtyisyyttä. Pakokaasujen epäterveellisyyttä lisää se, että pakokaasut purkautuvat hengityskorkeudelle, eivätkä ne aina ehdi riittävästi laimentua ennen hengitysteihin kulkeutumista.

Liikenteen päästöjen tien varrelle aiheuttamiin pitoisuuksiin vaikuttavat päästömäärät ja niiden leviämisolosuhteet. Avoimessa maastossa pakokaasut tuulettuvat hyvin ja sekoittuvat ilmakehän muihin komponentteihin. Kuilumaisissa paikoissa päästöt viipyvät pitempään. Pakokaasujen sekoittuminen ilmaan riippuu voimakkaasti sääolosuhteista. Tyyneellä säällä pitoisuudet nousevat. Pakkaspäivinä saattaa syntyä tilanne, jossa ilmakerrosten erilaiset lämpötilat estävät kerrosten sekoittumisen, ja lämmityksestä syntyvät yhdisteet nostavat yhdessä pakokaasujen kanssa etenkin typpioksidien pitoisuuksia.

Pohjois-Karjalan läänin yleisillä teillä ei ole kohtia, joissa valtioneuvoston päätöksen mukaiset ohjearvot ylittyisivät. Tiepiirin hoitamilla teillä ei ole selkeästi kuilumaisia osuuksia, joissa pakokaasujen pitoisuudet nousisivat haitallisen korkeiksi. Liikenne- ja päästömäärät sekä niiden mukaiset laskennalliset pakokaasupitoisuudet ovat suurimpia valtateillä 6 ja 17 Joensuussa. Hiilimonoksidin laskennallinen pitoisuus on suurimmillaan valtatie 6 loppuosuudella  $2,9 \text{ mg/m}^3$  eli 29 % 8 tunnin enimmäisohjearvosta ja 36 % ympäristöministeriön työryhmän suunnittelemaa uudesta ohjearvosta. Typpidioksidin pitoisuus on hieman tätä jaksoa korkeampi edellisellä tieosuudella, jossa nopeusrajoitus on 80 km/h. Suurimmillaan typpidioksidipitoisuus on  $82 \text{ } \mu\text{g/m}^3$  eli 27 % voimassa olevasta enimmäisohjearvosta ja 55 % suunnitellusta enimmäispitoisuudesta.

## 7 Johtopäätökset

Pohjois-Karjalan läänin tieliikenteen päästöt ovat varsin pieniä, esimerkiksi selvästi pienempiä kuin Kuopion ja Mikkelin läänien tieliikenteen päästöt. Joensuun lisäksi kohtuullisen suuria liikennemääriä on vain yksittäisillä tieosuuksilla Kiteellä ja Nurmeksessa. Välimatkat ovat pitkiä, mutta liikkumistarvekin metsätalousvaltaisessa läänissä vähäistä.

Pohjois-Karjalan läänin yleisillä teillä liikennettä ja sen päästöjä on eniten Joensuun ympäristössä valtateillä 6, 17 ja 18.

Autot Pohjois-Karjalan läänin vilkkaimmin liikennöidyillä maanteilla (KVL>1000) tuottavat pakokaasuina häkää yhteensä 3200 t/a, hiilivetyjä 480 t/a, typen oksideja 2700 t/a, hiilidioksidia 180 000 t/a ja hiukkasia 200 t/a.



Valtioneuvoston päätöksen mukaisia hiilimonoksidin ja typpidioksidin enimmäisohjearvoja ei tiepiirin alueella ylitetä.

Vaikka maantieliikenteestä ei Pohjois-Karjalan läänissä synny terveydelle haitallisia epäpuhtauspitoisuuksia, pyritään liikenteen päästömääriä pienentämään käytettävissä olevin keinoin. Tähän velvoittavat myös kansainväliset ilmansuojelusopimukset päästöjen vähentämisestä, joiden mukaan Suomi on sitoutunut vähentämään rikki- ja typpipäästöjään. Liikenteen osuus Pohjois-Karjalan läänin typpidioksidipäästöistä on kuitenkin lähes 2/3.

Liikenteen tuottamat päästömäärät tulevat vuosittain vähenemään huomattavasti katalyysaattorien käyttöönoton ja parantuneiden polttoaineiden myötä, vaikka liikennemäärät kasvaisivatkin ennusteiden mukaisesti. Kolmitoimikatalyysaattori vähentää noin 80 % pakokaasujen hiilimonoksidi-, hiilivety- ja typenoksidipäästöjä, mutta lisää samalla hiilidioksidin kokonaismäärää. CO<sub>2</sub>-päästöjä voidaan vähentää vain keinoin, joilla vähennetään polttoaineenkulutusta tai liikennettä.

Tieliikenteen päästöjen torjuntaan erillisin suojaustoimenpitein ei ole tarvetta. Liikennesuunnittelun tärkeimpiä keinoja pakokaasupäästöjen pienentämiseksi on yhteistyö maankäytön suunnittelijoiden kanssa. Tienpidossa ja uusien teiden suunnittelussa keinoja pakokaasupäästöjen vähentämiseksi tai hengitysvyöhykkeen pitoisuuksien alentamiseksi ovat tämän lisäksi mm.

- liikenteen sujuvuuden parantaminen ja ylläpitäminen
- nopeusrajoitusten säilyttäminen kohtuullisina (80 - 100 km/h)
- reittiohjaus ruuhkautuvien paikkojen ohi
- sorateiden päällystäminen, pölynsidonta päällystämättömillä sorateilla ja vähemmän kuluvat päällysteet
- kevyenliikenteenväylien oikea sijoittelu
- pölyä sitovat kasvit, meluaidat ja suojavyöhykkeet





## LÄHTEET

Tielaitos, Tiehallitus, Kehittämiskeskus. Tieliikenteen pakokaasupäästöt. Perustietoja, Laskentamenetelmät. TIEL 703611. Helsinki 1990.

Tielaitos, Tiehallitus, Kehittämiskeskus. Yleisten teiden ympäristön tilan selvitys. Ilman laatu. Tielaitoksen selvityksiä 76/1992. Helsinki 1992.

Kari Mäkelä, Kanner, H., Himanen, V. & Alppivuori, K. Suomen tieliikenteen pakokaasupäästöjen tietojärjestelmä LIISA. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Tie- ja liikennelaboratorio. Tutkimusselostus 759. Espoo 1989.

Sami Toivanen. Suomen kotimaanliikenteen energiankulutus ja päästöt. Kuopion yliopiston ympäristötieteiden laitosten monistesarja 1/1992. Kuopio 1992.



## Liitteet

- Liite 1 Pohjois-Karjalan läänin alueella tehtyjä ilmansuojeluselvityksiä
- Liite 2 Pohjois-Karjalan vilkkaimmin liikennöityjen yleisten teiden pako-  
kaasupäästöt kunnittain
- Liite 3 Pohjois-Karjalan vilkkaimmin liikennöityjen yleisten teiden pako-  
kaasupäästöt tiekohtaisesti
- Liite 4 Pohjois-Karjalan läänin kuntien ja koko Suomen tieliikenteen  
päästöt, LIISA-ohjelman tulosteet





## LIITE 1

### **Luettelo Pohjois-Karjalassa tehdyistä ilman laadun tutkimuksista kunnittain**

(lähde: Pohjois-Karjalan lääninhallitus 1993)

#### **ENO**

- Kemiallisen puunjalostuksen ilmansuojelunäkökohtia  
Työterveyslaitoksen tutkimuksia 1973
- Yhdyskuntailman laatuselvitys Enon kunnasta  
Marita Laukkanen, Kuopion yliopisto 1985
- Uimaharjun, Ukkolan ja Rahkeen alueen savukaasujen leviämiselvitys  
Anja Häkkinen, Ilmatieteen laitos 1988
- Ilmanlaatuselvitys bioindikaattorimenetelmin Enossa  
Eija Lehtonen-Saira & Timo J. Hokkanen 1991

#### **JUUKA**

- Bioindikaattoriselvitys Juuan kirkonkylän taajamassa  
Eija Lehtonen-Saira & Timo J. Hokkanen 1992

#### **JOENSUU**

- Yhteenveto ulkoilman laadun mittauksista Joensuussa v. 1981-1984  
Terveyslautakunta/valvontajaosto
- Raportti ulkoilman laadun mittauksista Joensuussa ajalla 10/84-3/85  
Alajos Ky
- Joensuun ilman laadun arviointi biologisen vauriokartoituksen avulla v.  
1985  
Jaana Reinikainen, Anu Wulff, Jari Oksanen, Lauri Kärenlampi  
Kuopion yliopiston ekologisen ympäristöhygienian laitos
- Yhteenveto Joensuun alueen sammalnäytteiden lyijy-, kadmium-,  
arseeni- ja kuparipitoisuuksista  
Marketta Tuhkanen, Joensuun elintarviketutkimuslaitos 1986
- Joensuun ilman rikkidioksidipitoisuudet ja mäntypuuston vauriot  
Risto Pesonen, Juhani Jokinen, Helena Saari, Erkki Rantakrans, Tapani  
Säynätkari, Ilmatieteen laitos 1989
- Kaamajäkäläkartoitus Joensuussa  
Eija Lehtonen, Timo J. Hokkanen & Markku Huttunen 1989
- Tieliikenteen päästöt Joensuussa  
Panplan Oy 1990

## LIEKSA

- Bioindikaattoritutkimukset Lieksassa  
Eija Lehtonen-Saira & Timo J. Hokkanen 1990

## OUTOKUMPU

- Bioindikaattoritutkimukset Outokummussa  
Eija Lehtonen-Saira & Timo J. Hokkanen 1990

## KONTIOLAHTI

- Bioindikaattoritutkimukset Kontiolahdella  
Eija Lehtonen-Saira & Timo J. Hokkanen 1990

## LIPERI

- Bioindikaattoritutkimukset  
Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy 1989

## KITEE

- Kiteen kunnan yhdyskuntailman laadun esiselvitys  
Marketta Lintinen 1986
- Bioindikaattoritutkimukset  
Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy 1988
- Talvikauden laskeuma vuonna 1989 Kiteen kunnan alueella  
lumitutkimuksen mukaan arvioituna  
dosentti Jouko Soveri 1989

LIITE 2

KUNTA	tie	pituus	CO	HC	NOX	HIUKK	CO2
Eno	73	36	123	17	115	9	7
Eno	74	10	19	3	21	2	1
Ilomantsi	74	17	52	7	35	3	3
Ilomantsi	500	2	7	1	4	0	0
Ilomantsi	514	8	17	2	15	1	1
Ilomantsi	522	10	15	2	14	1	1
Ilomantsi	15769						
Joensuu	6	10	223	26	116	9	8
Joensuu	17	7	177	22	99	8	7
Joensuu	18	3	59	7	25	3	2
Joensuu	74	6	36	5	37	3	2
Joensuu	15695						
Juuka	18	62	126	20	159	11	10
Juuka	506	3	20	2	7	1	1
Juuka	508	2	21	2	4	1	1
Kesälahti	6	29	71	11	83	6	5
Kesälahti	71	12	16	2	18	1	1
Kiihtelysvaara	74	14	38	5	39	3	3
Kiihtelysvaara	494	10	13	2	11	1	1
Kitee	6	32	97	14	110	8	7
Kitee	71	14	24	3	24	2	2
Kitee	482	5	7	1	7	1	1
Kitee	486	14	69	9	49	4	4
Kitee	487	6	41	49	22	2	2
Kitee	4882	4	10	1	6	1	1
Kontiolahti	18	45	261	34	215	16	15
Kontiolahti	73	13	69	9	63	5	4
Kontiolahti	74	8	32	5	32	2	2
Lieksa	73	67	159	23	154	11	10
Lieksa	522	5	23	3	15	1	1
Lieksa	5251						
Lieksa	5261	2	4	0	1	0	0
Lieksa	15867						
Liperi	17	31	314	40	211	16	14
Liperi	23	20	41	6	52	4	3
Liperi	476	22	72	9	51	4	4
Liperi	482	7	18	2	10	1	1
Liperi	502	10	28	4	27	2	2
Nurmes	18	19	32	5	26	3	2
Nurmes	73	24	106	13	62	5	4
Nurmes	75	72	110	16	115	8	7
Nurmes	87	11	4	1	6	1	0
Nurmes	528	3	6	1	4	0	0
Nurmes	15920						
Outokumpu	17	26	81	11	67	5	5
Outokumpu	503	3	5	1	3	0	0
Outokumpu	504	17	51	7	34	3	3
Polvijärvi	502	20	41	6	43	3	3
Polvijärvi	504	13	19	3	18	1	1



KUNTA	tie	pituus	CO	HC	NOX	HIUKK	CO2
Pyhäselkä	6	24	202	26	164	12	11
Pyhäselkä	484	7	21	3	11	1	1
Pyhäselkä	4846						
Pyhäselkä	15695						
Rääkkylä	482	8	12	2	13	1	1
Tohmajärvi	6	18	77	11	82	6	5
Tohmajärvi	486	4	11	1	8	1	1
Tohmajärvi	490	23	44	6	39	3	3
Tuupovaara	74	14	23	4	15	2	2
Tuupovaara	496	9	16	2	12	1	1
Valtimo	18	41	57	9	67	5	4
Värtsilä	ei KVL	0	0	0	0	0	0
yhteensä		899	3218	476	2636	198	178

LIITE 3

tie	pituus	CO	HC	NOx	hiukk.	CO2
6	113	670	89	554	41	35
17	65	572	72	377	28	26
18	169	536	74	502	37	33
23	20	41	6	52	4	3
71	27	39	6	42	3	3
73	139	457	62	394	29	26
74	69	201	28	192	14	13
75	72	110	16	115	8	7
87	11	4	1	6	1	0
476	22	72	9	51	4	4
482	5	7	1	7	1	1
482	8	12	2	13	1	1
482	7	18	2	10	1	1
484	7	21	3	11	1	1
486	32	109	14	85	7	6
487	6	41	49	22	2	2
490	23	44	6	39	3	3
494	10	13	2	11	1	1
496	9	16	2	12	1	1
500	2	7	1	4	0	0
502	30	70	10	69	5	5
503	3	5	1	3	0	0
504	30	70	9	50	4	4
506	3	20	2	7	1	1
508	2	21	2	4	1	1
514	8	17	2	15	1	1
522	15	38	5	28	2	2
528	3	6	1	4	0	0
4882	4	10	1	6	1	1
5261	2	4	0	1	0	0
summa	915	3248	479	2685	200	180

Ei KEHARissa:

4846

5251

15695

15769

15867

15920



## LIITE 4

### PÄÄSTÖT (t/vuosi)

Pohjois-Karjalan lääni - kaikki kunnat Tarkasteluvuosi : 1991

	CO	HC	NOx	HIUKKASET	SO2	Pb	CO2
KADUT, keskusta	742	86	63	8	3	0	9386
KADUT, esikaup.	2315	199	108	19	3	0	11999
KADUT, pääkadut	2059	280	387	30	16	1	46588
YL.TIET, päätiet	2231	303	1804	166	63	2	165233
YL.TIET, muut	4122	364	1374	142	47	2	134962
YHTEENSÄ	11469	1232	3736	365	132	6	368168
HENKILÖAUTOT	10551	926	2316	154	58	6	250165
PAKETTIAUTOT	416	89	157	41	13	0	23109
LINJA-AUTOT	88	56	365	44	10	0	16174
KUORMA-AUTOT	414	161	898	126	51	0	78720

### SUORITTEET (milj.ajon.km/a)

KADUT	270
YLEISET TIET	1077

### PÄÄSTÖT prosenttia

Pohjois-Karjalan lääni - kaikki kunnat Tarkasteluvuosi : 1991

	CO	HC	NOx	HIUKKASET	SO2	Pb	CO2
KADUT, keskusta	6.5	7.0	1.7	2.2	2.2	3.0	2.5
KADUT, esikaup.	20.2	16.2	2.9	5.2	2.5	4.2	3.3
KADUT, pääkadut	18.0	22.7	10.4	8.1	12.1	13.3	12.7
YL.TIET, päätiet	19.4	24.6	48.3	45.5	47.6	41.5	44.9
YL.TIET, muut	35.9	29.6	36.8	39.0	35.6	38.0	36.7
YHTEENSÄ	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
HENKILÖAUTOT	92.0	75.1	62.0	42.3	44.1	97.9	67.9
PAKETTIAUTOT	3.6	7.2	4.2	11.1	9.6	2.1	6.3
LINJA-AUTOT	0.8	4.5	9.8	12.0	7.9	0.0	4.4
KUORMA-AUTOT	3.6	13.1	24.0	34.5	38.4	0.0	21.4





PÄÄSTÖT (t/vuosi)

Pohjois-Karjalan lääni - kaikki kunnat Tarkasteluvuosi : 2010

	CO	HC	NOx	HIUKKASET	SO2	Pb	CO2
KADUT, keskusta	390	40	37	5	3	0	14885
KADUT, esikaup.	2226	169	80	21	4	0	18800
KADUT, pääkadut	710	101	199	12	16	0	71929
YL.TIET, pääties	809	163	656	64	51	0	218699
YL.TIET, muut	3122	305	516	73	40	0	180741
YHTEENSÄ	7258	778	1489	176	114	0	505055
HENKILÖAUTOT	6002	456	463	120	67	0	354966
PAKETTIAUTOT	715	163	280	24	13	0	43482
LINJA-AUTOT	84	35	191	6	5	0	16174
KUORMA-AUTOT	457	123	555	25	29	0	90432

SUORITTEET (milj. ajon.km/a)

KADUT	431
YLEISET TIET	1488

PÄÄSTÖT prosenttia

Pohjois-Karjalan lääni - kaikki kunnat Tarkasteluvuosi : 2010

	CO	HC	NOx	HIUKKASET	SO2	Pb	CO2
KADUT, keskusta	5.4	5.2	2.5	2.7	2.8	0.0	2.9
KADUT, esikaup.	30.7	21.7	5.4	12.2	3.3	0.0	3.7
KADUT, pääkadut	9.8	13.0	13.4	6.9	14.0	0.0	14.2
YL.TIET, pääties	11.1	21.0	44.1	36.3	44.6	0.0	43.3
YL.TIET, muut	43.0	39.2	34.7	41.8	35.3	0.0	35.8
YHTEENSÄ	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
HENKILÖAUTOT	82.7	58.7	31.1	68.5	58.8	0.0	70.3
PAKETTIAUTOT	9.9	21.0	18.8	13.8	11.1	0.0	8.6
LINJA-AUTOT	1.2	4.5	12.8	3.7	4.6	0.0	3.2
KUORMA-AUTOT	6.3	15.8	37.3	14.1	25.5	0.0	17.9



PÄÄSTÖT (t/vuosi)

Koko Suomi

Tarkasteluvuosi : 1991

	CO	HC	NOx	HIUKKASET	SO <sub>2</sub>	Pb	CO <sub>2</sub>
KADUT, keskusta	35156	4550	4716	495	193	11	606095
KADUT, esikaup.	66506	6423	4632	710	143	9	488426
KADUT, pääkadut	62396	8786	13935	1022	547	27	1602339
YL.TIET, päätiät	60410	8542	53237	5064	1922	67	4867069
YL.TIET, muut	83875	8314	31524	3528	1182	52	3281349
YHTEENSÄ	308343	36614	108043	10818	3988	166	10845280
HENKILÖAUTOT	276475	26381	59417	4032	1612	162	7044783
PAKETTIAUTOT	13698	2984	5111	1326	408	4	750847
LINJA-AUTOT	3303	1884	12696	1317	329	0	509811
KUORMA-AUTOT	14867	5365	30820	4143	1639	0	2539834

SUORITTEET (milj. ajon.km/a)

KADUT	10312
YLEISET TIET	27442

PÄÄSTÖT prosenttia

Koko Suomi

Tarkasteluvuosi : 1991

	CO	HC	NOx	HIUKKASET	SO <sub>2</sub>	Pb	CO <sub>2</sub>
KADUT, keskusta	11.4	12.4	4.4	4.6	4.8	6.6	5.6
KADUT, esikaup.	21.6	17.5	4.3	6.6	3.6	5.7	4.5
KADUT, pääkadut	20.2	24.0	12.9	9.4	13.7	16.2	14.8
YL.TIET, päätiät	19.6	23.3	49.3	46.8	48.2	40.5	44.9
YL.TIET, muut	27.2	22.7	29.2	32.6	29.6	31.1	30.3
YHTEENSÄ	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
HENKILÖAUTOT	89.7	72.1	55.0	37.3	40.4	97.5	65.0
PAKETTIAUTOT	4.4	8.2	4.7	12.3	10.2	2.5	6.9
LINJA-AUTOT	1.1	5.1	11.8	12.2	8.2	0.0	4.7
KUORMA-AUTOT	4.8	14.7	28.5	38.3	41.1	0.0	23.4





PÄÄSTÖT (t/vuosi)

Koko Suomi

Tarkasteluvuosi : 1991

	CO	HC	NOx	HIUKKASET	SO2	Pb	CO2
KADUT, keskusta	35156	4550	4716	495	193	11	606095
KADUT, esikaup.	66506	6423	4632	710	143	9	488426
KADUT, pääkadut	62396	8786	13935	1022	547	27	1602339
YL.TIET, päätiät	60410	8542	53237	5064	1922	67	4867069
YL.TIET, muut	83875	8314	31524	3528	1182	52	3281349
YHTEENSÄ	308343	36614	108043	10818	3988	166	10845280
HENKILÖAUTOT	276475	26381	59417	4032	1612	162	7044783
PAKETTIAUTOT	13698	2984	5111	1326	408	4	750847
LINJA-AUTOT	3303	1884	12696	1317	329	0	509811
KUORMA-AUTOT	14867	5365	30820	4143	1639	0	2539834

SUORITTEET (milj.ajon.km/a)

KADUT	10312
YLEISET TIET	27442

PÄÄSTÖT prosenttia

Koko Suomi

Tarkasteluvuosi : 1991

	CO	HC	NOx	HIUKKASET	SO2	Pb	CO2
KADUT, keskusta	11.4	12.4	4.4	4.6	4.8	6.6	5.6
KADUT, esikaup.	21.6	17.5	4.3	6.6	3.6	5.7	4.5
KADUT, pääkadut	20.2	24.0	12.9	9.4	13.7	16.2	14.8
YL.TIET, päätiät	19.6	23.3	49.3	46.8	48.2	40.5	44.9
YL.TIET, muut	27.2	22.7	29.2	32.6	29.6	31.1	30.3
YHTEENSÄ	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
HENKILÖAUTOT	89.7	72.1	55.0	37.3	40.4	97.5	65.0
PAKETTIAUTOT	4.4	8.2	4.7	12.3	10.2	2.5	6.9
LINJA-AUTOT	1.1	5.1	11.8	12.2	8.2	0.0	4.7
KUORMA-AUTOT	4.8	14.7	28.5	38.3	41.1	0.0	23.4

PÄÄSTÖT (t/vuosi)

Koko Suomi

Tarkasteluvuosi : 2010

	CO	HC	NOx	HIUKKASET	SO2	Pb	CO2
KADUT, keskusta	16832	2071	2576	245	204	0	946905
KADUT, esikaup.	65769	5498	3180	746	156	0	756541
KADUT, pääkadut	23662	3386	7055	407	542	0	2453540
YL.TIET, päätiät	24897	4878	20878	1796	1518	0	6400651
YL.TIET, muut	62019	7014	13222	1739	1000	0	4400117
YHTEENSÄ	193179	22847	46912	4933	3420	0	14957749
HENKILÖAUTOT	148963	11979	12454	3114	1900	0	10101318
PAKETTIAUTOT	24669	5586	9205	809	413	0	1425209
LINJA-AUTOT	3132	1199	6357	202	164	0	509811
KUORMA-AUTOT	16415	4083	18896	807	942	0	2921404

SUORITTEET (milj.ajon.km/a)

KADUT 16402  
YLEISET TIET 37947

PÄÄSTÖT prosenttia

Koko Suomi

Tarkasteluvuosi : 2010

	CO	HC	NOx	HIUKKASET	SO2	Pb	CO2
KADUT, keskusta	8.7	9.1	5.5	5.0	6.0	0.0	6.3
KADUT, esikaup.	34.0	24.1	6.8	15.1	4.6	0.0	5.1
KADUT, pääkadut	12.2	14.8	15.0	8.2	15.8	0.0	16.4
YL.TIET, päätiät	12.9	21.4	44.5	36.4	44.4	0.0	42.8
YL.TIET, muut	32.1	30.7	28.2	35.2	29.2	0.0	29.4
YHTEENSÄ	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
HENKILÖAUTOT	77.1	52.4	26.5	63.1	55.6	0.0	67.5
PAKETTIAUTOT	12.8	24.5	19.6	16.4	12.1	0.0	9.5
LINJA-AUTOT	1.6	5.2	13.6	4.1	4.8	0.0	3.4
KUORMA-AUTOT	8.5	17.9	40.3	16.4	27.6	0.0	19.5